未来在现实的第九层

猛犸 著

技术观察员

死宅挨踢男　猛犸

居住在现实里的未来眺望者

为《经济观察报》《第一财经周刊》

《21世纪商业评论》《瞭望东方周刊》

《南方人物周刊》《新发现》《城市画报》

等多家媒体撰稿

《三体》作者刘慈欣 +

《城市画报》执行主编黎文 +

创新工场联合创始人汪华

倾力推荐

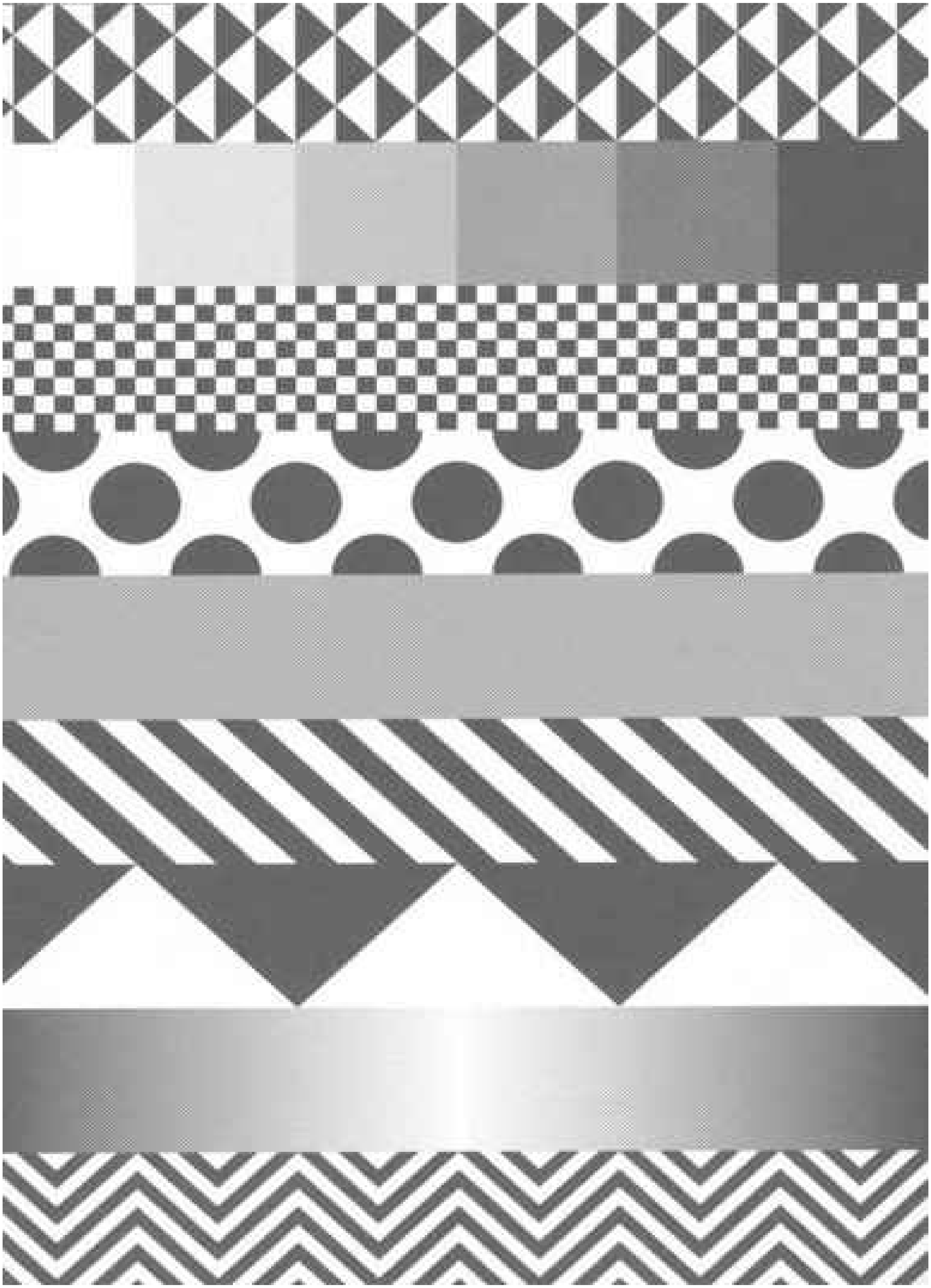
时间裂隙122Hz电台播报：

全球科技发展与新视界署

2063年检测报告

人类世界正在普及50年前的技术





未来在现实的第几层

北京市科委科普专项经费资助项目

未来在现实的第几层

猛犸　著

印刷工业出版社

图书在版编目（**CIP**）数据

未来在现实的第几层 / 猛犸编著．—北京：印刷工业出版社，2011.7

ISBN 978-7-5142-0227-4

Ⅰ．⑴未… Ⅱ．⑴猛… Ⅲ．⑴自然科学—普及读物 Ⅳ．⑴N49

中国版本图书馆CIP数据核字（2011）第112619号

未来在现实的第几层
作　　者：猛　犸

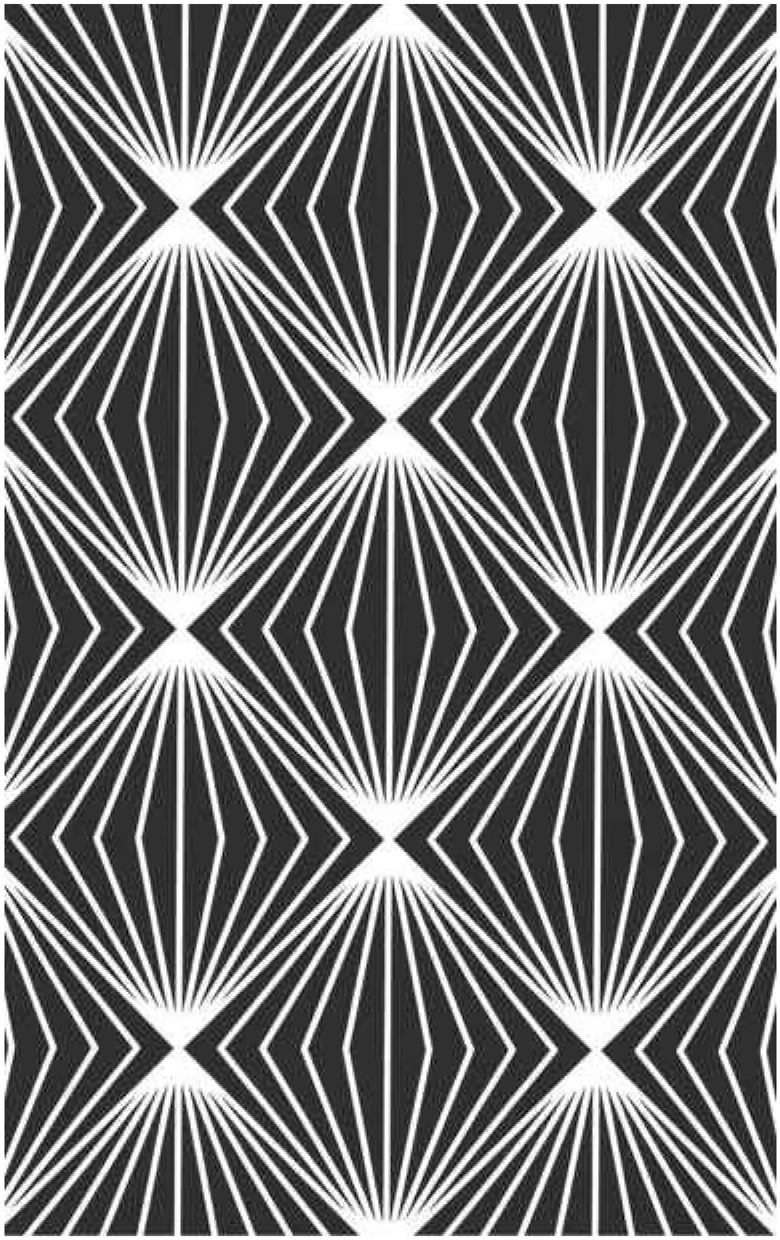
责任编辑：王　彦
策划监制：苏　静
特约策划：小　庄
特约编辑：王　喆　陈芷青
封面设计/插图：广　煜
出版发行：印刷工业出版社（北京市翠微路2号 邮编：100036）
网　　址：www.keyin.cn　pprint.keyin.cn
印　　刷：三河市延风印裝厂

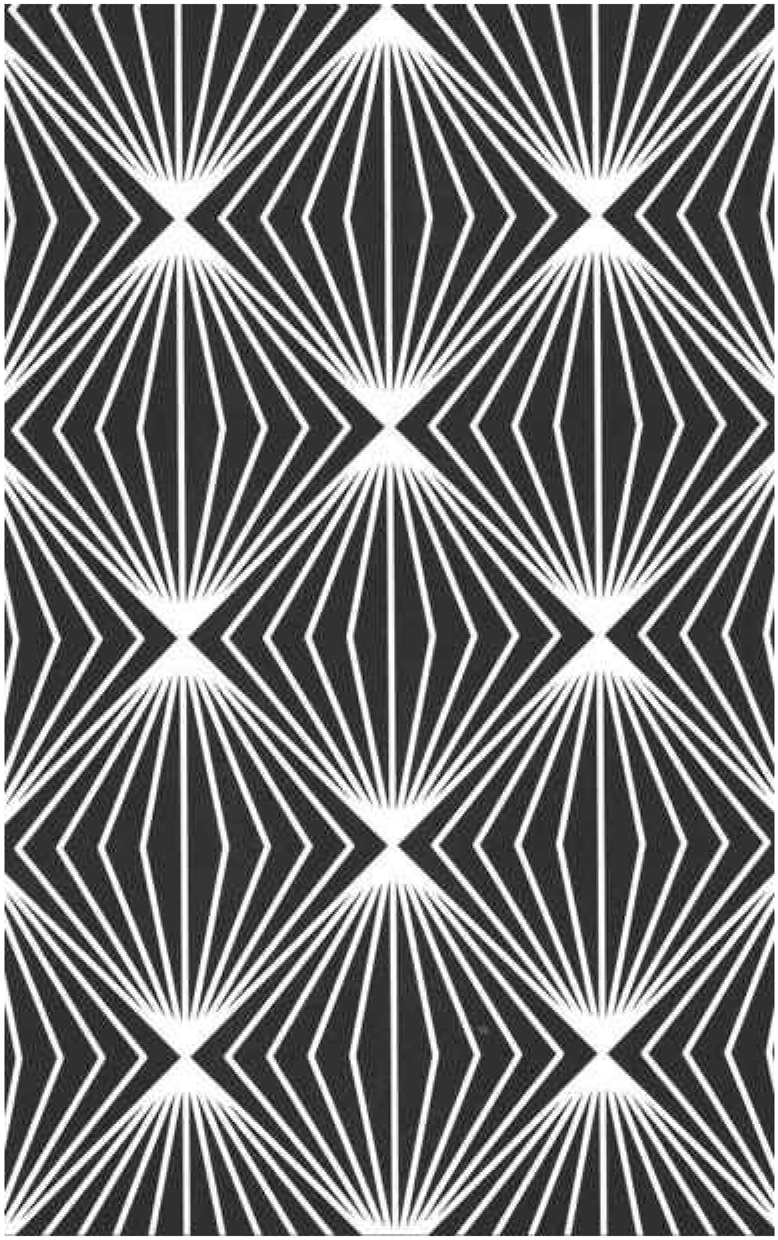
开　　本：889mm×1194mm　1/32

字　　数：120千
印　　张：6.75
印　　次：2011年7月第1版
定　　价：25.00

ISBN：978-7-5142-0227-4

目录





推荐序

本书用生动的笔触展现了一幅IT技术在近未来的绚丽画卷，比科幻小说更精彩更有趣，但却不是幻想，而是正在变成现实的蓝图，是我们在有生之年就能看到和得到的奇迹。此书让我们看到即将成真的梦想，让我们对即将到来的生活多了一份期待和向往。

——著名科幻作家　刘慈欣

我们似乎很了解现实世界的构成方式，但是，对于越来越渗透进我们生活的那个由0与1构成的数字世界，我们了解吗？你的物理存在跟你的数字身份，一定会跟肉身与镜像那样，只存在不可融合的两个世界吗？我们未必像电影Matrix那般会被宣告：欢迎来到真实的荒漠。但在猛犸为我们展现的这个未来图景前，错过是值得忏悔的。因为，那种感觉，正如你第一个来到真实世界的尽头，纵目四望，无处不是令人激赏的新发现。而这本书，就是在最恰当时机，递交给你的、一把进入新世界的密匙。

——《城市画报》执行主编　黎文

虽然我觉得Matrix那样的未来很可怕，但我们无法阻挡技术统治世界，猛犸的书就是一个先期宣言。不过有意思的是，在惶惶的心态下进入它，越看却越镇定起来，因为未来也没见得那么不可理喻——只要，有人带你读懂即可。

——创新工场联合创始人　汪华

序·智能来袭

我们都想要一个机器猫那样的伙伴，但是却害怕《终结者》或者《黑客帝国》中的未来。当越来越多智能设备进入生活，当计算机和互联网将世界变成一个小小村落，人似乎已经无法知晓，自己在这样的一场洪流当中，会被裹挟着前往何方。我们似乎身不由己。我们好像别无选择。

如果画一条曲线，用横坐标表示时间，以纵坐标表示人类生活变化的程度，很容易就可以看出，这是一条越来越陡的向上扬起的线条。历史上从来没有像过去一百年这样快速变化的时期，一项技术催生了另一项技术，新的技术又加快了下一代技术的研发进程。集成电路中的晶体管数量每18个月就会翻上一番，人均互联网带宽每9个月就会增加一倍，每个美国人在今天消费的数据，足以装满9个4GB的U盘。

我们用车床和机械延伸了手，用汽车和飞机延伸了腿脚，用望远镜和显微镜延伸了眼睛，用电报和电话延伸了耳朵，用互联网将十亿人的大脑连接在了一起。我们任由手机和计算机来存储自己的梦想、记忆和欲望，通过搜索引擎来碰触人类所有的文明，经由电磁波将声音传到世界的尽头。我们与他人联络，同时被他人打扰；我们倾听他人，同时被他人聆听；我们探寻这个世界，同时被他人窥探；我们在期待这个世界变得更好更快更强，但是却隐隐担心技术的变革会带来巨大的灾难。

然而，智能时代已经来临。我们和机器对话，让机器帮忙做出选择。我们用搜索引擎寻找自家附近的餐馆，让卫星帮忙规划行程；我们随身携带电脑，生怕与网络失去联络；然而我们却常常在互联网的海量信息中迷失，还错把消息当成了知识。

有人预言，在不久的未来，我们会成为和机器合体的生物。这是一种相当可能的未来，从我们现在对待手机的方式就可以看出一些端倪。我们信任手机如同伙伴，大多数人甚至睡觉时也手机不离身。我们用手机来充当自己的耳朵，用手机安排日程，用手机代替记忆，当手机丢失时会伤心难过。在人类历史上，这是第一次人们与非生物建立起这样的信任关系——近乎共生的信任关系。更多的智能产品和技术会越来越快地走入生活，人们雄心勃勃地让机器人成为朋友、伙伴和仆役，让厨师们如同做化学实验般精确地烹制食物，让指纹或者眼睛来打开家门，然后你

可以戴上3D眼镜触摸虚拟得如同真实的世界。

这些技术将会让生活更加容易，然而技术本身却会变得更加难以理解。在数十年以前我们抛弃了简单，开始使用沙子和金属构建一个复杂的微型新世界。在这个世界里，一切都以接近光速的速度在前进，任何理性和感性的决断，最终都被表示为0和1。我们每天都与这个新世界打交道，但是它惊人的复杂性却使得它完全无法被了解。在这个由硅片和光纤构建的新世界中，每个人都被提炼成一串数据，掩盖了彼此之间的诸多不同。我们已经开始习惯和依赖这种新的生活方式，如同依赖自来水和电力一般。很难想象再回到没有这一切的年代，我们应该如何生存。

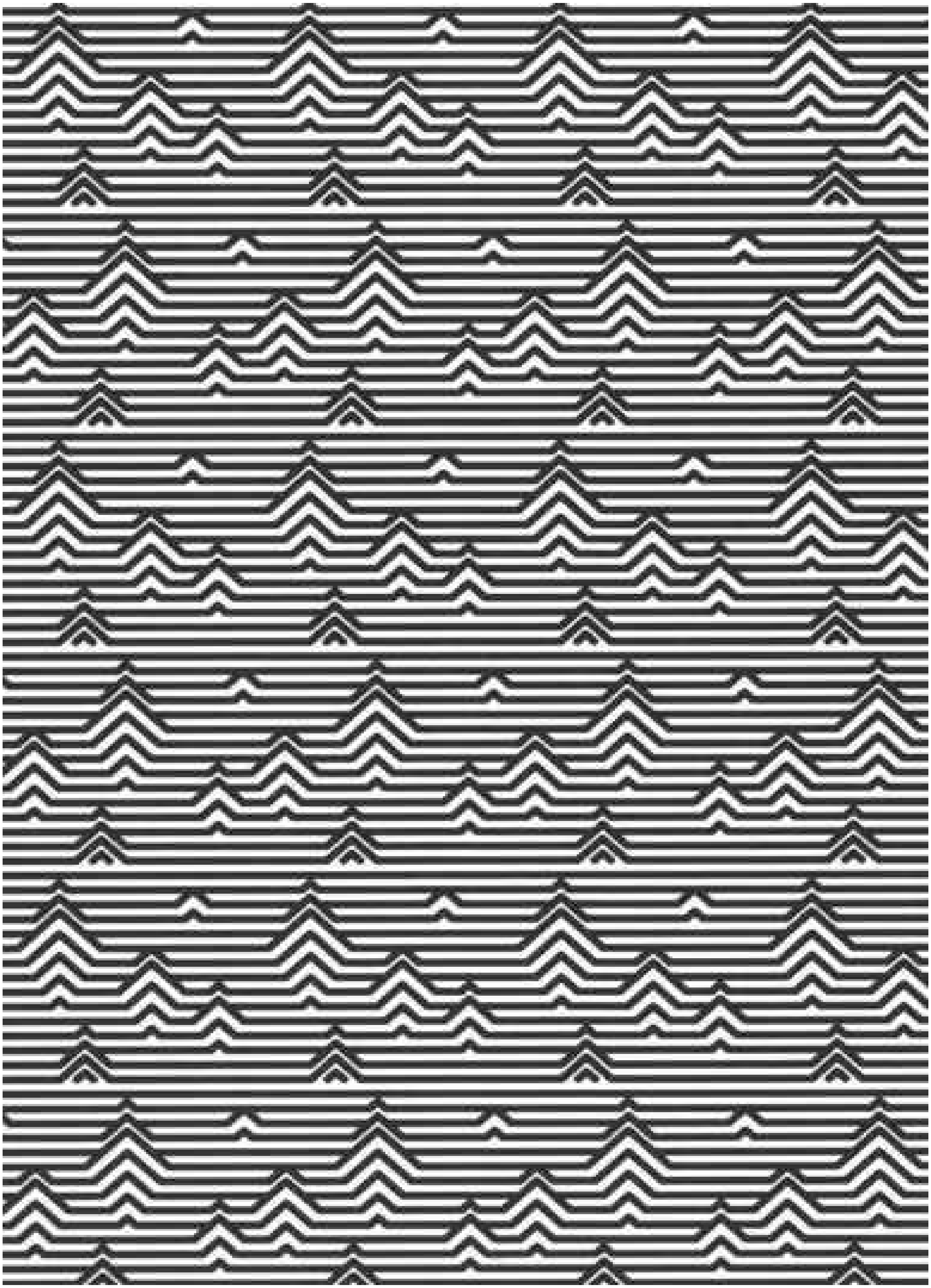
然而在这样的新世界中，生活也变得不再是自己的事。GPS会告诉其他人我们去过哪里，谷歌知道每一个人曾经查询过哪些网页，Facebook知道每一个人的社交网络，Twitter让我们与世界分享所有的鸡毛蒜皮。我们所认为的“私”生活，已经展现在整个世界面前。

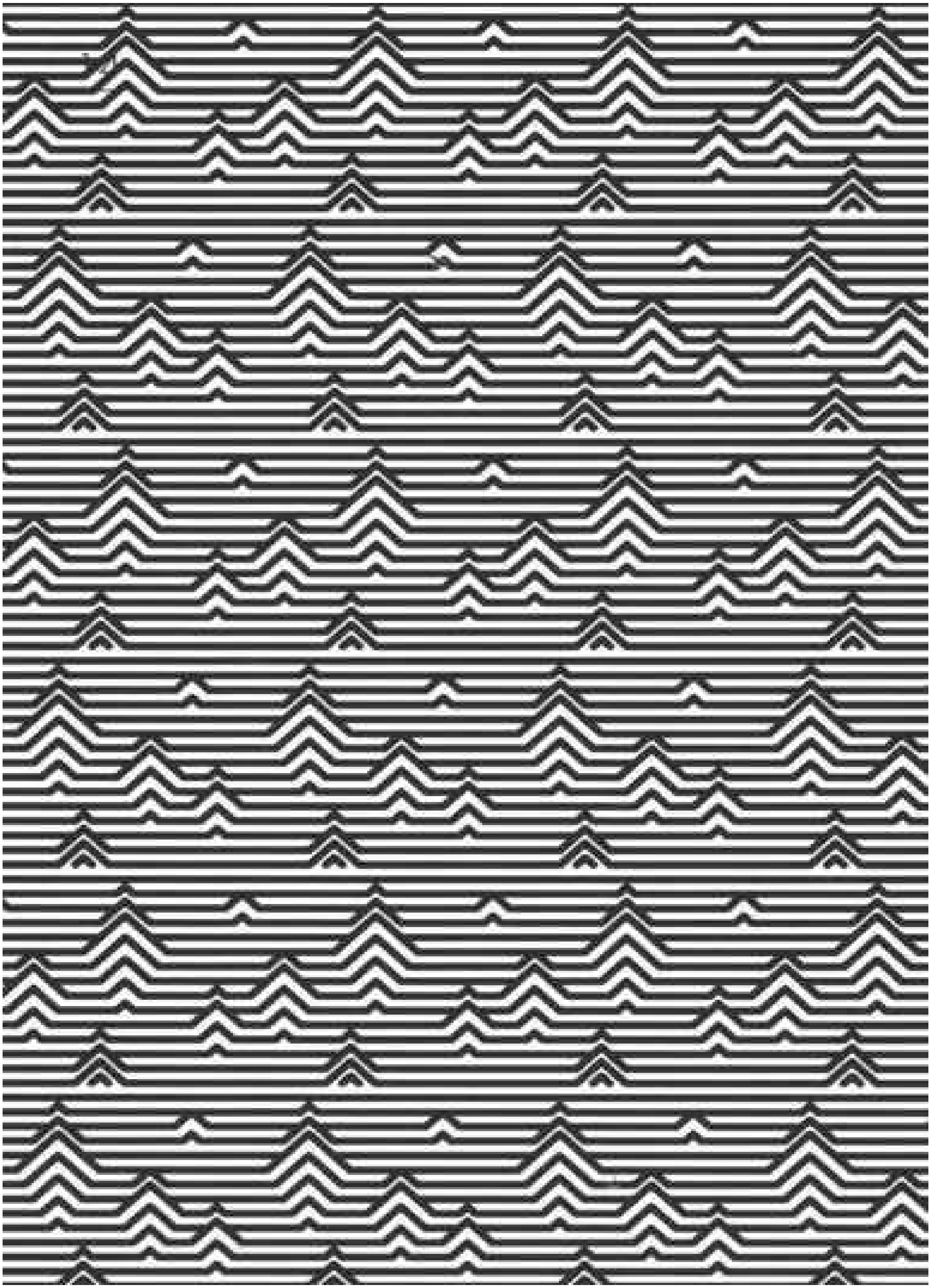
2009年12月，谷歌的首席执行官埃里克·施密特（Eric Schmidt）发表了一番令人震惊的言论。他说，如果我们那样在乎自己的隐私，那么就不应该做任何可能让自己蒙羞的事情。这番话虽然非常让人尴尬，但是不得不承认，这是我们不得不面对的一种情境：一切都被记录，一切都可以被查阅，每个人都会成为庞大数据库中一小条不起眼的数据。一切都被机器掌握，而我们对此毫无办法。

人类历史上从来没有任何一个时期像现在这样，拥有如此多的美好梦想、如此多的潜在危机、如此多的可能性。人们在令人应接不暇的技术中挣扎，憧憬技术会带来更加美好的生活，同时担心它会毫不留情地碾碎已经遵循了千百年的传统。任何技术都是一柄双刃剑，在今天尤为如此。在这个智能机器能够为人做得更多更快更好的时代，在智能技术带来的甜美果实和不可避免的副作用之间，我们只能谨慎小心地选择，以找到一个脆弱而危险的平衡。

智能时代已经来了，这将是一个最好的时代，也将是一个最坏的时代。当智能技术和智能产品成为生活的一部分，带来的不仅仅是美好的未来。一些人将会变得放任和懒惰，宁肯接受技术为他们安排的轻松却毫无意义的生活。智能技术将会展示更多的生活方式，我们可以选择努力钻研，也可以只是随波逐流。我们可以选择来者不拒，也可以选择精挑细选。虽然智能技术和智能机器会带来极大的诱惑，但是我们依然可以

选择用千百万年进化出的、地球上最为复杂的器官，来做出属于自己而非机器的判断。





$$-e^{\sqrt{-1}\pi}$$

只有你能看见

虽然移动互联网的呼声越来越高，显示器也早已成为我们观察这个世界最重要的窗口之一，但是显示器便携化的技术进展，似乎一直都没有什么太大起色。日本的兄弟工业公司在2009年开发出的新产品也许会改变这种现状：一种外形看起来像是一副眼镜的设备，可以用激光直接将图像投射到使用者的视网膜上。而西雅图华盛顿大学的几位研究者干脆抛弃“便携显示器一定类似眼镜”的固有构想，把显示器直接做在了隐形眼镜上。

眼镜式显示器不算很新的产品，却依然没有普及。其原因之一在于，传统的眼镜式显示器采用不透光的液晶屏幕，这让它的使用范围大打折扣。而兄弟工业公司的新产品解决了这种问题，这项显示技术不会阻挡使用者的视线，而是在真实景物前叠加了一层半透明的显示效果。这种技术，被叫做“视网膜成像显示”（RID,Retinal Imaging Display）。

视网膜成像显示技术其实和我们过去使用的那种笨重的阴极射线管（CRT,Cathode Ray Tube）显示器异曲同工：利用人的视觉暂留原理，让激光快速地按指定顺序在水平和垂直两个方向上循环扫描，撞击视网膜的一小块区域使其产生光感，人们就感觉到了图像的存在。兄弟工业公司的RID以每秒钟60次的频率刷新，可以显示800×600的分辨率，相当于14英寸的CRT显示器——那种在20年前使用的老古董。虽然这种分辨率看起来有点小，但提升它并不是太困难的事情。

2005年爱知世博会上，这一系统的原型就已经展示在世人面前。经过4年努力，兄弟工业将这种设备缩小到可以随身携带的程度，激光模块的重量只有25克，以一条线缆与腰部的电池和微型计算机相连。在技术上，这套系统使用了一个折射镜，将激光折射到人眼中，而不阻挡正常视野。这样，使用者通过RID系统看到的世界，会叠加在真正的世界之上。这种两全其美的方式，看起来很有希望成为下一代计算机使用的显示设备。

类似的，西雅图华盛顿大学的一些研究者也在致力于将显示设备的尺寸尽可能地减小。他们将发光二极管元件、控制电路、天线和数据通信模块集成到一片软性隐形眼镜上，在这1.5平方厘米的面积上所构建出的

系统相当于家用电脑的电源、显卡和显示器。出于安全顾虑，这种显示设备的第一个使用者是一只兔子；而按照项目负责人巴贝克·帕维兹（Babak A.Parviz）的说法，在20分钟试戴过程中，兔子并没有显示出任何不舒服的迹象。

这种显示系统需要无线供电，需要靠电磁场来激活内部电路，原理有点类似于公交一卡通，虽然现在它能提供的像素数量还不够多，但是可以想见，它显示的场景甚至可能占满你的全部视野——毕竟它是有史以来和人们的眼睛接触最亲密的显示系统了。

显而易见，人们会担心这些设备的安全性。我们怎么可以放心地让这些激光之类的东西直接射入眼睛——这个几乎是我们身上最脆弱的、完全不可再生的重要器官？当人们戴上了隐形眼镜显示器，它却突然失控怎么办？它就在瞳孔正前方，连眼皮这最后一层屏障都没有，它如果损伤了视网膜该怎么办？

的确，是否使用这种设备，会是一个艰难的选择。在透明有机发光二极管（OLED,Organic Light Emitting Diode）显示器还没有走进生活之前，在鼻梁上架一副透明的显示器的场景还只能是设想。相对而言，视网膜成像技术似乎可以让人们更加放心一点——毕竟我们在进行视网膜扫描以认证身份的时候，采用的就是类似的激光技术。虽然视网膜非常脆弱，但它还是可以接受低能量激光的照射。对于RID系统来说，控制输出激光的功率，不是什么困难的事情。所以对于隐形眼镜显示器，这个问题也可以以类似方法来解决，毕竟研究者们在对这套系统的研究过程中，首先也是最关注的问题就是它是否足够安全。

按照目前得到的消息来看，RID会比隐形眼镜显示器更快地出现在我们面前。兄弟工业公司将会在近两年将相应产品推向市场，而且甚至已经有了竞争对手——有消息称，NEC将很快推出视网膜显示设备，其原理和兄弟工业的产品原理并无二致。而隐形眼镜显示器，即使是帕维兹自己，也只能保守地认为可能会在未来五到十年内出现产品化的成品。

看起来还有点遥远，但是只要想一想这种设备可能的用途，就足以让人心潮澎湃。将半透明的图像叠加在人的视野当中，只要再配合适当的软件，我们就会变成科幻作品中的人物，像《终结者》系列中的T-800、《辐射3》中的主角、或者《特种部队》中的那种超级战士。这种设备可以在我们的视野中显示与眼睛所看到的物体相对应的信息，可以将外

语翻译成母语，可以直接在眼前显示效果更好的GPS，甚至可以将汽车的仪表盘显示在我们眼前，驾驶的时候再也不用低头。当然，还有游戏和电影——也许几年后，你会看到有人坐在椅子上傻笑，而只有他自己才知道是什么那么可笑。

这类设想被叫做“增强现实”（AR,Augmented Reality），正是当前的研究热点领域之一。虽然现在增强现实的技术已经有了一些应用，但是它们都需要依赖传统的电脑或者手持设备的屏幕来做显示装置；而很明显，没有比无需干预的自动显示设备更好的方法。当像RID或者隐形眼镜显示器这样的显示装置开始进入市场时，我们就随身携带了一部随时显示的计算机，并且可以和互联网这一人类所有文明的集合体相连。我们将透过整个互联网重新审视世界，将虚拟世界和真实世界无缝地连接在一起；而这将是最美好的未来。

看你的“眼色”

说起来，灵长目动物中，只有人类有着黑白分明的眼睛，“如白水银里养着两丸黑水银”。青眼白眼干瞪眼，笑眼飞眼眨巴眼，眼光如豆心明眼亮眉来眼去……光是眼睛自己的表情，就可以洋洋洒洒写上一大篇。

人们能够很好地识别别人的眼色，有些小动物也有这种能力。一个眼神就可以让人理解自己的目的，这比在计算机上啰里啰嗦敲出一大堆文字更好。要是让计算机也能够通过视线来控制，将会省下许多工夫。不仅残疾人可以更加方便地使用电脑，而且当飞行员、驾驶员或者外科医生等腾不出手来时，也可以容易地获得他们需要的信息。

早在19世纪，人们就已经发现，视线并不是平滑移动的。它更像在跳跃，在短暂的、大约只有0.1秒的注视后，从一个点跳跃到另一个点。其过程就像是站在同一个地方对着不同方向拍了几张照片，然后再把它们拼成一张更大更全的照片一样。大脑会帮我们把这些图像拼合起来，使我们觉得视线是平滑运动，而感觉不到视线的跳跃。

这一发现，暗示了使用视线来控制机械设备的可能性。那么，如何确定视线瞄准的位置——对计算机来说，就是光标的所在位置——成了最迫切的需求。从19世纪70年代开始，人们尝试过使用各种各样的方法，甚至包括可以覆盖在眼球表面的金属薄片。迄今，人们已经有了不少方法来判断瞳孔的位置，进而模拟计算出视线落在屏幕上的精确点。成本最低的方法之一是使用家用摄像头：首先通过面部器官的分布特征来定位面部的位置，然后利用虹膜的瞳孔颜色差计算出瞳孔的位置，再根据距离计算出瞳孔中心指向的屏幕位置。这就像是瞳孔中心射出一道激光束，这道光束在屏幕上的落点，就是用户注视的焦点。

在计算机和图像处理技术的帮助下，20世纪70年代以后，视线跟踪技术迅速发展起来。2000年5月，斯坦福大学完成了一项使用眼动仪跟踪用户使用网页行为的研究，以此拉开了使用视线跟踪来分析用户浏览行为的序幕。现在，眼动仪作为一种常用的跟踪和分析设备，在使用计算机、浏览网页方面，已经广泛应用于用户体验的研究中。然而，眼动仪更多地是做为一种记录设备而不是操作设备而存在，它对于视线焦点的位置，仅仅是记录而已。

2002年5月，英国伦敦帝国大学开发了一种叫做“眼标”的全新设备，可以使用视线来控制鼠标指针：当用户注视某个点超过1秒时，就当做执行了一次单击。随着技术不断发展，到2009年5月，英国蒙特福德大学的研究者们让四肢瘫痪者也可以用眼睛来控制电脑了：这些患者不仅可以浏览网页，甚至还可以玩像《魔兽世界》这样的复杂3D游戏。蒙特福德大学开发的这种系统在屏幕边缘设置了两个近红外线摄像头，以此来精确区分瞳孔和虹膜部分——通过两个近红外线摄像头来获取图像的位置差，得以将瞳孔的位置定位得更加精确。借助为这套系统特制的软件，使用者可以将注视、视线移动等动作都标记为相应的功能，就像我们给鼠标设置更多的专用快捷键，或者使用鼠标手势来打开新网页一样。

现在市场上已经有了一些使用这种技术的计算机控制设备，成本最低的只需要一个专用软件和一个摄像头就可以完成，精确度可以达到0.5厘米之内。对于一般使用来说，这样的精确度已经够用——单击屏幕上的按钮，并不需要精确到单个像素级别。

德国夫琅和费协会下属的、位于德累斯顿的光电微系统研究所打算更进一步推出将摄像机和屏幕结合在一起的设备。他们尝试将CMOS（互补金属氧化物半导体，Complementary Metal-Oxide-Semiconductor Transistor）像素和OLED像素交错放置，以开发出一种可以佩戴的、可以使用视线控制的新型显示器。很明显，和传统那种摄像头和屏幕分离的设备相比，这种产品拥有更多的优越性。

在我们的手机摄像头中，绝大部分使用的是CMOS感光器件。这种感光器件和相机使用的CCD（电荷耦合器件，Charge Coupled Device）感光器件之间最大的区别，是每个像素自带信号放大转换器。它比CCD省电，成像效果却往往不如CCD好，但对于视线跟踪来说，也算是够用了——毕竟家用摄像头上，用的也是CMOS。再加上OLED来作为显示装置，当你看着这块屏幕，屏幕同时也在看着你。终于，我们可以和显示器“大眼瞪小眼”了。

光电微系统研究所的设计人员首先制作了一块均匀分布了CMOS像素的芯片，然后在其上再沉积一层OLED，连接好电路，封装在透明薄膜中，一个能够知道你在看着哪里的显示器就此诞生。

考虑到OLED可以制作成透明显示器——在2010年的国际消费电子展

上，观众就看到了14英寸透明屏幕的三星笔记本电脑——也许德国开发的这种显示设备最终会以太阳镜的外观出现在我们面前。虽然它不太可能完全替代现有的计算机输入装置，但是用来做一些简单的控制，比方说控制随身电子设备的音量或者控制电影的播放，应该会是最合适的选择。

不过，这种设备近期还看不到上市的希望。现在这种显示屏只达到了320×240的分辨率，而CMOS像素的数量也严重不足。相对技术问题而言，这些指标上的问题更好解决一些，如果有电子消费品大厂家对这种显示器感兴趣的话，我们将有可能在两三年后的电子产品展会上看到它，然后再过两三年，就可以真正从商店中买到了吧。

真实的幻境

“如果真实是指你能感觉、能闻到、能尝到、能看到的东西，那么，真实只是你大脑产生的电信号罢了。”——《黑客帝国》，1999年。

的确如此，神经生物学已经证明了这一点，毋庸置疑。但是，在这句台词中，不需要太多的思考就可以发现，它不仅表明了我们在探寻“真实”的道路上无力的困境，也同样暗示了一种可怕的可能性：我们并没有办法证明现在所生存的这个世界是真实的——我们仅仅能够通过自己有限的感官，来感知这个世界的某些侧面；甚至可能会像英国哲学家罗素（Bertrand Russell）在《心的分析》里曾经说过的那样：“世界可能在几分钟之前被创造，但却拥有记得虚拟往事的人类。”

人类可怜的少数几种感觉会将这个问题拖入无穷无尽的哲学迷思当中，而且可能永远找不到答案。但是，这却让另一个问题的答案开始变得比较清晰：如果要制造一个虚拟的世界，并且让人们认为它是真实的，我们该怎么做？

我和我的影子

“让我们想象一个洞穴式的地下室，它有一长长的通道通向外面，可让和洞穴一样宽的一路亮光照进来。有一些人从小就住在这洞穴里，头颈和腿脚都绑着，不能走动也不能转头，只能向前看着洞穴后壁。让我们再想象在他们背后远处高些的地方有东西燃烧着发出火光。在火光和这些被囚禁者之间，在洞外上面有一条路。沿着路边筑有一带矮墙。矮墙的作用像傀儡戏演员在自己和观众之间设的一道屏障，他们把木偶举到屏障上头去表演。如果这些被捆绑的人们能彼此交谈，你不认为，他们会断定，他们在讲自己所看到的阴影时是在讲真物本身吗？”

显然如此，任何一个人都会这样认为。上面这段话摘录自柏拉图（Plato）的《理想国》，这位古希腊智者在他四十岁左右的时候完成了这本书，那是在两千三百年以前。现在我们将这个故事叫做“洞穴寓言”，它生动地表达了我们所处的状况。我们对于这个世界的感知完全取决于我们的视觉、听觉、嗅觉、味觉、触觉，以及漫长的进化岁月让我们所具备的位置感和空间感。除此之外，并不享有接触这个世界的更多渠道——而现有的所有这些渠道，都依赖于大脑的工作。

所以，如果要制造出一个真实的幻境，也只有两条路可行：制造一个能够欺骗人类所有感觉的环境，或者直接阻截大脑收到的信号，并且用其他的信号来取代它——就像《黑客帝国》中描述的那样。无论哪种方式，它们都拥有一个共同的名字："虚拟现实"（VR,Virtual Reality）。

虚拟现实是人类最早拥有的梦想之一——人们想在自己生活的空间创造一个新世界的尝试，大概可以回溯到戏剧诞生的那一天。而今天谈到的虚拟现实，特指利用计算机模拟产生一个立体空间的虚拟世界，它提供给用户尽可能多的感官模拟，让用户如同身临其境一样，沉浸其中，并且能够自由地与之交互。

1962年，美国摄影师莫顿·海里格（Morton Heilig）制造出了一台像是现代大型游戏机的设备，能够让顾客体验到在布鲁克林大街上骑摩托车风驰电掣的感觉。这台机器被叫做"传感影院"（Sensorama），提供了多种感觉：使用三台摄像机同时拍摄而得到的宽视角3D画面、立体声、会随屏幕显示的内容而倾斜和震动的座位，除此之外，你还能感受到迎面吹来的风，甚至呼吸到布鲁克林街区独特的气味。即使以今天的标准来看这台机器也是相当迷人的，特别是考虑到它没有使用任何计算机技术，而仅靠机械就实现了这样梦幻般的体验。时至今日，我们在游乐场里看到的大型电子游戏机，也没有几个能够超越这台机器的理念；而我们在某些科技馆见到的所谓"4D"影院，可以视做莫顿传感影院的多人版本。

不过，当时莫顿没有考虑到计算机技术的巨大潜力。三年后，美国计算机科学家、计算机图形学的奠基者伊万·爱德华·萨瑟兰（Ivan Edward Sutherland）发表了关于"终极显示"（The Ultimate Display）的论文，提出了感觉真实、交互真实的人机协作新理论，他本人也被视为虚拟现实的先驱之一。在那篇论文中他写道："终极显示将会是一间计算机生成并且可以控制的房间。在这样的房间里，一张显示的椅子是可以坐的，一副显示的手铐是可以限制行动的，而一颗显示的子弹，是可以致命的。"显然，伊万考虑的终极显示，是一个全新的世界，在那个世界中，有和我们现在身处的世界非常相似的规则——感觉真实是指虚拟世界的感觉应该和真实世界一样；而交互真实则是指人们应该能够像在现实世界中一样对待虚拟世界的物品。

又过了三年之后，伊万和他的学生罗伯特·斯普劳尔（Robert Sproull）

制造出一套接近“终极显示”的显示系统。那是一套巨大的头盔式显示器，笨重得人们根本无法把它举起来套在头上，而需要用架子支起来才行。那套庞大的机器有着简陋得难以置信的画面，只会显示一间小屋，里面则是用线条画出来的家具。我们梦想的和真实世界一样的虚拟世界在这里是找不到的；如果我们认为这个虚拟世界里也有一个上帝的话，那么只能说，这个上帝还是个新手，才刚刚入门。这位上帝所制造的世界，看起来只像是真实世界的一个非常非常简单和单薄的影子。

幸好，它会很快长大。

真实的我和虚幻的她

在过去的几十年里，随着计算机技术、显示技术的发展，虚拟现实正在离我们越来越近。听觉真实已经可以模拟得非常完美，视觉真实紧随其后，嗅觉、味觉和触觉真实也已经有了很大的起色。但是，就目前的技术来说，如果要达成“无法分辨真实与虚拟世界”的最高目标，还有很远的路程。毫无疑问，听觉和视觉是最容易“被欺骗”的。这两种感觉仅靠外界传递的信息工作，通过接收信息时的微小区别来判断信息的来源。人在进化中得到的能力已经将这种判断变成了大脑日常工作的一部分，我们甚至不会意识到它的存在。

我们通过两只耳朵分别接收到声音的时间差和音量，由此判断发声物的方位和距离，精确的录制手段和一套高保真音响足可以让人们身临其境，无论是维也纳的金色大厅还是史前的原始森林。现在计算机软件控制的音响效果已经可以达到让人满意的程度，每次在电脑游戏中转身，声音来源都会马上随之改变。视觉也是类似的，要呈现立体的视觉效果，只需要让两眼接收到的图像有轻微不同即可。近年几部3D大片让我们在影院中能够看到身临其境的逼真画面，类似的设备也已经出现在电脑上，甚至可能出现在客厅里。还有更简单的办法：在两眼前分别架一块屏幕，只要屏幕的分辨率够高、计算机的处理能力够强，我们就可以享受完美的立体视觉体验。

这些都不能算是不能解决的问题——事实上，这样的系统已经有很多了。军队用这种系统训练飞行员，医疗机构用它们来展示人体内部的细微构造，博物馆用它来为参观者提示藏品的历史，工厂用它们来帮助设计新产品。加州大学圣巴巴拉分校最近还建成了一个虚拟研究中心，让科学家可以在其中直观地感受他们的研究数据，对数据有更好的感性理

解。那个半径5米的巨大球体简直就像一个小小的宇宙，你可以完全沉浸其中，而且最棒的是，它会完全受你的控制。现在这样的虚拟现实系统已经相当普遍——就连电脑游戏也正在向这个方向努力前进。

与听觉和视觉相比，虚拟嗅觉和味觉会更麻烦一些。嗅觉是因为鼻腔里的嗅觉细胞捕捉到了气味分子，而味觉则来源于舌头上的味蕾与食物分子的接触。我们的嗅觉和味觉需要外界实体的刺激——而非仅仅是信息。2004年，日本奈良尖端技术研究生院开发出了一种虚拟嗅觉系统。它的原理和喷墨打印机类似，在8个小瓶子中分别装有8种会散发出不同水果香味的液体。当使用者带上特制的手套，在虚拟环境中拿起某种水果并送到鼻尖时，安装在手套指尖的微小喷头就会释放出那种水果的味道。虽然我们的世界并不是只由8种水果构成的，但这种思路值得继续往下拓展。

英国约克大学和华威大学的虚拟现实研究者就想到去借鉴这种思路。2009年3月，这些人发布了一台头盔式虚拟现实设备，不仅提供嗅觉，还可以提供味觉。这个叫做“虚拟茧”（Virtual Cocoon）的装备包含了两个镜片式的高清显示器、一套高保真立体声耳机、能够吹出热风和冷风的风扇、一套嗅觉模拟器，还有一个连接着导管的可以放在嘴里的海绵球，它们构成了迄今为止最全面的体验系统。连接着味觉发生器的导管会释放出带有5种味道的液体，舔一舔海绵球就能尝到。虽然这种方式并不是人人都喜欢，但毕竟聊胜于无。虽然舌头上不同区域对于味道的敏感程度不同，这种方式也无法让人的牙齿感受到那些食品带来的感觉，而且嘴里塞进一个海绵球肯定会影响说话，但是我们目前还没有比这更好的办法来模拟味觉。值得安慰的是，至少这些英国的研究者很贴心，他们提供的5种味道中特意包含了肉味。

戴上这套头盔会让使用者看起来像未来战士或者宇航员，更不要说除此之外还有一副遍布传感器和动力装置的手套——它可以让使用者在虚拟环境中摸到“现实”。使用触觉感受器来虚拟现实的想法很早就有了，微软创始人比尔·盖茨（Bill Gates）在他1995年的那本畅销书《未来之路》中，认为将来可能会出现一种遍布着传感器的紧身衣，可以让人们体验完美的虚拟触觉。但是盖茨的这种梦想，也许还需要十年甚至更长的时间才会实现。原因很简单：人的触觉感受器实在是太多，如果要精确模拟触觉的话，所需要的处理能力和动力装置的数量都相当惊人。比

如，遍布在我们全身皮肤下的数十万个天然感受器可以感受冷觉、热觉、痛觉、压力感等不同的感觉，这使得盖茨的紧身衣在现今阶段看起来还只是科幻。

相较而言，东京大学的一项成果可能会更快出现在现实生活中。这些研究者另辟蹊径，打算不从紧身衣入手。他们制作了一个超声波发生器阵列，由324个超声波发生器组成，并且可以分别控制。在计算机的帮助下，这些超声波发生器可以将超声波聚焦到空气中的某个指定位置，并且让碰到它的人感觉到压力。

虽然京大的技术目前距离实用也还有些距离，超声波的有效距离过短、反应速度偏慢，而且还会发出恼人的噪音，但是看起来比盖茨的紧身衣要更适合家用一些——一套遍布着电子元件的紧身衣，显然并非老少皆宜的用品。

黑暗的左手

电影《楚门的世界》中，楚门在人生前三十年，都一直生活在一个精心营造出的骗局当中。他是世界上最受欢迎的真人秀的主演，但他自己却对此一无所知。他所生活的小镇，是一个巨大的摄影棚，从阳光到气候都受到计算机的控制；他的一举一动都被安排在这个小镇当中的数千台摄像机巨细无遗地一一记录，然后播放给全世界观看；他的家人、朋友，乃至妻子，都是演员。除了楚门自己，他们都不是真实的。

这无疑是一个可怕的想法，所以编剧最后给这部电影加上了一个美好却不失悬念的结局：楚门终于找到了这个世界的边界——巨大摄影棚的墙，并且找到了通往真实世界的大门。

楚门是幸运的。他意识到自己生活的小小世界的诡异之处，并且找到了方向夺门而出。但是就像我在这篇文章开头所说过的那样，在一个完美的虚拟现实环境当中，我们并不能区别真实与虚拟的界限。我们只能假设自己所在的世界是真实的，才能因此引申出虚拟的概念。在此基础上，我们才可以进行以上的讨论。这个基础本身并不能称得上牢固，虚拟现实只是诸多形象之一，它所反映、能够反映的只是其制造者的意图。

法国哲学家让·波德里亚（Jean Baudrillard）更为激进，他认为“世界是一个根本性的幻觉。这是一个普通的假设。但无论如何，这个假设是令

人难以忍受的。为了消除它，就必须把这个世界视为实在的，给它以实在的力量，不惜任何代价使它存在并具有意义……我们存在的所有意义，就是为了证明这个世界的真实——或者相反。”*而让一个世界变得有意义，除了再制造一个完全虚拟的世界之外，还有什么更好的办法吗？也许没有。也许，这正是人们孜孜以求完美的虚拟世界的源动力之一：为了证明我们并非仅仅是幻觉而已。

还是让我们使用《黑客帝国》中的一句台词来作这篇文章的结尾吧。当墨菲斯见到尼奥的时候，这位健壮的战士问道：“假设你在做梦，这个梦是如此真实，以至于你分辨不出这是在梦境当中。那么，你该如何判断，你是在真实世界，还是在梦中呢？”

不幸的是，我们也许永远没有办法知道。

---

* 引自《完美的罪行》，〔法〕让·波德里亚著，王为民译。

用什么代替眼睛

如果失去视觉，将会如何？很少有视力不常的人能够想象，生活在一个完全黑暗的世界中会是何种感受。然而，其实世界上已经有数百万人没有办法用眼睛感受这个丰富多彩的世界。美国Wicab公司近期可能会上市的一种新工具，也许能够为他们提供一种解决方案——它能够将光学信号转换为电脉冲并通过舌面传递至大脑，以让盲人能够拥有类似视觉的能力，像正常人一样感知这个世界。

人类眼睛性能之强大，即使是目前最好的相机也难以匹敌。然而，它也是最脆弱的器官之一，无论是角膜、晶状体、视网膜还是视神经出现故障，都可能会导致失明。如何让盲人恢复视觉，或者至少是恢复一部分视觉感知的能力，是科学家一直努力的方向。

对于视觉能力的恢复，人们想过许多办法。意大利在20世纪60年代就开发出了骨齿人工角膜手术，使用失明者的犬齿作为支撑骨架，在其中镶嵌人造的晶状体，将其植入眼睛来让患者重见光明。也有研究者在尝试将电极植入视神经，将摄像头捕捉到的图像转换成相应的电脉冲，直接通过视神经传递到大脑视觉皮层，就像目前已经帮助数十万人恢复听觉的人工耳蜗那样，为盲人们恢复视觉。然而这两种方式都有其缺点：骨齿人工角膜手术难度极大，且只适用于那些视网膜和视神经完好的盲人；而直接使用电流刺激视神经的方式因其太过复杂，还远未臻近成熟。

除非是类似眼角膜移植这种较为简单的情况，否则恢复眼睛的功能并不容易。然而在本质上，人是使用大脑来看，而非仅仅使用眼睛。大脑在视觉过程中起到非常重要的作用，我们看到的一切实际上都经过了大脑的处理——3D电影就是利用这样的特性，让屏幕上本来平面的图像看起来像是就发生在身体周围。从大脑工作原理出发，人们找到了新思路。

有人早已发现，在丧失了某种感知功能的个体身上，其他感觉将会变得更加敏锐。这种情形被称为“感官替换”或者“感官增强”，即通过其他感知能力的增强，可以部分弥补那些失去的感觉带来的弱点。对于盲人来说，他们可以通过触觉或者听觉的增强，来获得一定的空间感知和辨识

物体的能力。这和我们传统理解的“视觉能力”并不一样，但是它能够起到的作用却十分相似。

例如布莱叶盲文，这就是一种最常见的感官替换形式。盲人通过触摸纸面上的凸点来阅读，他们的触觉将这些空间形状转换为感知能力。在1837年被发明出来的这种文字现在已经成为国际通用的标准，成千上万的盲人因此而受益。

然而，盲文并不能应用在所有场合，也不能让盲人用敏锐的触觉来完全代替视觉。为了感知更远距离的物体，一些盲人学会了使用类似蝙蝠那样的方式来探知前方的障碍物，他们通过弹舌、手杖敲击地面或者拍手来发出声音，然后以令人惊叹的精确性听出回音中的时间差，并且依此来作出判断。英国盲人自行车队“Team Bat”的队长是位精于此道的高手，他甚至可以使用弹舌的方式来探知路面的起伏和公路边缘。类似原理的个人雷达也已经被开发出来，这种发射和接收超声波的装置可以装在手杖上，通过发出不同频率和时长的声音来提示使用者前方的状况。

美国Wicab公司开发出的辅助视觉设备也是基于“感官替换”的原理，而且其精确度比个人雷达更高。这种产品叫做“BrainPort”，还有个令人印象深刻的昵称：“棒棒糖”。它由三部分组成：一组可以放在舌头上的电极、一个处理和控制器，以及一个头戴式摄像机。这组电极的外观看起来像是一个缩小了的苍蝇拍，在舌头大小的软垫上布设了400个电极，可以分别发出电脉冲。头戴式摄像机拍摄到的画面会被传输到一个比香烟盒略大的小盒子中，小盒子里的处理设备把这些画面重新编码，将之变为一组包含了空间信息的复杂电脉冲。这些脉冲有不同的时长、强度和频率，作用在舌头上的位置也各有不同。使用者需要学习这些让舌头酥麻的信号分别代表的含义，以此来了解摄像头拍摄范围内的空间信息，就像学习布莱叶盲文，或者学骑自行车一样。

由威斯康星大学教授保罗·巴赫-利塔（Paul Bach-y-Rita）研发的这种设备，最初用来帮助那些前庭功能障碍的病患恢复平衡感，从近年才开始用于视觉恢复的实验。它现在基本上达到了预期目标，在经过一段时间的练习后，受训盲人已经可以获得一定的感知能力，能够分辨运动、距离，以及区分一些形状和大小。BrainPort可以控制摄像头的亮度、调整焦距，这让有些使用者能够进一步分辨字母、电梯的开关和餐具这样的小物体，而有些使用者的进步更快：一位因事故致盲的前登山运动员甚

至可以在森林里分辨出他的妻子。

BrainPort曾经计划2010年在市场上出现，但至今也只是被用于科研用途。虽然它的价格高达10000美元左右，而且和其他类似设备一样也需要大量的练习才能够被掌握，但这些都是值得的。能够“看到”面前的事物，哪怕不那么清晰，也意味着打开了一扇通往美丽新世界的大门。

用数据增强世界

2009年12月的《时尚先生》封面人物是小罗伯特·唐尼（Robert Downey Jr.），那个因为《钢铁侠》和《大侦探福尔摩斯》而名声大噪的人物。他坐在封面上看着读者，手指着一个由黑色和白色方块组成的图形。

按照杂志中提供的线索，在《时尚先生》官网上下载一个软件之后，你会看到有趣的事情。只要把封面上的图形放到电脑摄像头前，就会发现小罗伯特·唐尼出现在屏幕上，向你展示这期杂志背后的更多内容，有视频、有动画、有访谈，甚至还有个汽车广告。当你移动手里的杂志时，会发现屏幕里的演员也会做出相应的反应。借助摄像头、软件和一种新技术，阅读杂志变成了一个复杂而有趣的互动游戏。

这就是增强现实，一种令人们对其寄予厚望的新技术。在未来的几年内，它可能会创造出价值数十亿美元的新市场。

增强现实技术是一种将虚拟世界的数据和真实世界联系起来的技术，在现实世界的基础上，为用户提供更多的数据支持。它追求的是在最适当的时间给用户以最适当的帮助，而且将真实世界和虚拟世界尽可能精确地对应起来。“对应”是增强现实的关键词之一，及时准确地提供用户需要的数据，是增强现实技术的基本诉求。从这一点上看，增强现实和虚拟现实这种我们已经耳熟能详的技术有很大区别——虚拟现实关注的是建立一个能够在其中活动并且提供反馈的虚拟环境，而增强现实则要将虚拟世界和真实世界叠加在一起——当你看到一只梅花鹿的时候，你的增强现实系统不应该告诉你那是一匹长了斑点的骏马。

1992年，时任波音公司计算机研究部门的首席科学家托马斯·考德尔（Thomas Caudell）在美国电气与电子工程师学会上发表了一篇论文，提出了增强现实的概念。他认为，可以将所需数据投射到真实世界的景物上，为工人们提供一个随身的电子助手，以提升制造行业的效率。他的设想引起了不少企业和研究机构的兴趣，但是在过去的十几年中，因为计算机的计算速度、软件性能和成本的限制，这一设想仅主要应用在工业和研究领域当中，普通消费者对它相当陌生。

这种情况在2009年突然出现了戏剧性的转变，许多企业突然注意到了增强现实技术，开发出各种各样的用法。在iPhone和Android手机这类带有

多种传感器的智能手机开始普及和手机软件商店激烈竞争的2009年，人们仿佛一夜之间发现了金矿，无论是手机还是计算机上，到处都可以看到增强现实技术的影子。也许这正应了软件工程大师伊万·雅各布森（Ivar Jacobson）博士曾经说过的一句话："世界上大概只有这一个行业比时尚业更爱赶时髦。"

不只是IT业擅长赶时髦。在2010年，阿迪达斯上市了几款新运动鞋。和过去的运动鞋最大的不同是，这些新型号的鞋舌上都带了一个正方形的标记。阿迪达斯公司宣布，把这个标记对着摄像头，就可以与买了同样运动鞋的朋友或者邻居一起玩一个虚拟游戏，而游戏的控制器也只需要这双鞋就够了。

这应该算是消费品公司在增强现实技术上的一次尝试。增强现实技术在原理上并不复杂，和我们敲击键盘或者使用信用卡刷卡类似，都只是一个输入、处理和反馈的过程。传统上的增强现实技术通过标记来定位，通过摄像头捕捉到标记的图像来输入内容，然后由软件给出相应的反应。这是相当成熟的技术，已经衍生出了许多有趣甚至奇怪的应用。日本东京都立川市甚至有一栋叫做NBuilding的建筑，墙上刷着一幅81平方米的巨型标记，使用带摄像头的手机对着它，就能查阅其中的店铺、商品和打折的信息；宝马公司使用增强现实技术来培训维修人员，索尼面部识别部门开发的软件能够让你在视频聊天时把自己的脸换成卡通人物。甚至有人在名片背后也印上了标记，当该标记对着摄像头时，电脑会显示出一个立体的网格人物形象，还会主动进行自我介绍。

但是，使用标记的增强现实并不能算方便，因为我们不能将标记贴在每一个地方的每一个物体上。在这方面，手机就具备了更大的优势。今天，手机内置了多种传感器，摄像头、GPS、罗盘、倾斜度传感器、加速度传感器这些装置，都已经是司空见惯的小零件。

这些传感器提供的数据，配合手机软件和互联网上无穷的信息，能够将手机变成我们连接虚拟和现实的另一种感官。软件读取手机的GPS数据以找到你的精确位置，然后用数字罗盘确定这个手机的方向，再用倾斜度传感器提供你正指向的方向，用加速度传感器来判断你的速度。在完成这些工作后，软件将会从互联网上的数据库中搜索相应的信息，并且把这些信息叠加显示在显示屏上。

这才是我们一直想要的东西，而它已经成真。iPhone上的Yelp Monocle

软件能够把其他用户的评分和面前的景物结合起来，让你轻松找到受欢迎的酒吧；Acrossair Nearest Subway软件能让你在任何地方找到地铁的方向和线路信息；Wikitude World Browser软件可以将面前的景点和它的维基百科条目重叠显示；欧盟的iTacitus项目让手机用户能够对着那些只剩残垣断壁的景点却看到它们完好时的样子，就像时间机器一样。

广泛的应用和便捷的体验，让增强现实技术的市场快速扩张，几乎已成行业共识。英国调研公司Juniper Research发表的一篇研究报告预测，到2014年，移动设备上的增强现实软件销售收入将是7.32亿美元。这还只是软件的销售收入而已。

但是，虽然今天的增强现实技术很令人惊艳，却远没达到令人依赖的程度。可以相信市场这只无形大手的力量，总有一天会将我们带入一个新时代。在那个时代里，虚拟和真实会更紧密地连在一起，再也不会分开。

透过手机看世界

互联网挟着海量信息铺天盖地而来，让人类辛辛苦苦花了千百万年才进化出来的脑容量显得捉襟见肘、不敷所需。最近流行的GTD（Getting Things Done）方法要人们把所有想法都记录下来以清空大脑，未来学家保罗·萨福（Paul Saffo）更是认定，在未来数十年内人会变成和机械合体的新型生物。这种论调看起来有些怪异，但却正在成为现实。

基本上我们可以确定，在几十年之内，人脑的能力并不太可能有巨大的提升；而让大脑的工作集中在人类能做而机器不能的领域上，似乎是效率较高的方式。让机器去记忆，而让人来选择，才是彼此的优势所在。

这种设想在虚拟世界中十分容易，但是现实世界中似乎会碰到些问题。图书馆的书架上没有Google搜索框，翻开一本书时手指所及之处，也不会跳出金山词霸的翻译窗口。即使带着地图去旅游，但对于那些不辨方位的路盲来说，向左走还是向右走，本身就是一个堪比“to be or not to be”的艰难抉择。虚拟世界中那些触手可及的信息，在现实世界显得遥远无比。

不过最近有了一些好消息。Google的Android手机和苹果的iPhone上出现了几种不错的小软件，可以帮我们把真实世界和虚拟世界捆在一起。借助有摄像头、能上网的智能手机，可以获得看待世界的全新方式。真实世界的景物和虚拟世界的数据叠加在屏幕上，我们透过它将看到一个混合了真实和虚拟的窗口，看到被虚拟增强了的现实。

感谢摩尔定律，感谢异想天开，感谢第一个想到把摄像头和传感器装在手机上的家伙。在多种技术的协作下，增强现实的春天终于要来了。现在手机这样的手持设备，运算能力已经堪比十年前的笨重电脑，移动互联网的速度足以应付网络查询和数据传输的需要，GPS更是可以将出行者的所在地精确到数十米之内。配合图像识别技术，手机甚至可以认读摄像头拍摄到的外语标牌，并且翻译成我们的母语——网易有道词典已经推出了这种功能。而iPhone上各种各样的软件，则带来了更多的好消息。

有人认为，iPhone在手机行业的最大贡献，在于它构建了一套新的共赢体系，让全球的软件开发者自由开发软件，并且可以通过这些软件来盈

利。现在苹果的软件商店已经有了超过10万种软件，总共下载次数已经超过了30亿次，而大部分使用者在有了iPhone之后，显著减少了他们使用电脑的时间——iPhone可以部分地取代电脑的功能，那些设计精巧的小软件甚至会让人们产生新的依赖。

《新科学家》杂志的新闻副总编理查德·费舍尔（Richard Fisher）写过一篇文章，探讨以iPhone为代表的智能手机和手机软件给人们生活带来的变化。他采访了几位专注于研究科技给人们带来影响的学者，他们都认为手机将会成为我们最可信赖的伙伴，成为生活中史无前例的重要组成部分。在某种程度上，这个结论比刘震云那个“手机就是手雷”的论断更加惊人。我们会和这个小小的电子设备建立起一种类似于共生的关系，手机会成为大脑的扩展，帮忙记录我们的日程、情感、欲望和记忆；而在增强现实技术的帮助下，它可能会成为我们看待世界的一种新方式，成为一只混淆了真实和虚拟、混合了原子和字节、连接了电磁波和数据流的新眼睛。

这种未来可能会以一种温和的方式慢慢渗进我们的生活。2008年通用汽车公司开始了一项研发计划，打算在汽车风挡玻璃上安装透明显示器。汽车的驾驶员将像战斗机驾驶员一样，无需低头就能看到仪表盘；GPS的线路也不会局限于小小的屏幕，而是在风挡玻璃上向远处延伸，就像给道路镶上了一道明亮的路标。以有机发光二极管（OLED）为代表的透明显示器技术正在日益成熟，它可能会被做成落地窗、电脑显示器甚至是眼镜，将我们需要的数据轻巧地浮现出来，就像在科幻电影中看到的那样。我们也许很快就不会察觉到真实世界和虚拟世界的界线，经过增强的现实会像呼吸那样自然，手机会实时将虚拟世界叠加在我们的视野中，让我们感觉不到眼前所见的一切实际上都已经经过了计算和增强。

可以想见，这样的未来到来的那天，迎接它的并不只会是一片掌声。必然伴有各种各样的争论。人们最担心的很可能还是那些生命力最旺盛的老调重弹：依赖于新技术会让人变笨，以及对隐私权的侵犯等。这些争论自古已有，而且必将重演。然而，历史上的任何一种新技术，从文字、活字印刷术直到搜索引擎，都是在这样的争论中逐渐发展壮大，最终成就了我们今日的文明。人们会将技术的优势发展到极致，同时尽可能避免它的任何副作用——过去我们是这样做的，今后也必然会这样

做。

这应该算是一个相当光明的前景。至少，能够透过手机看到那个被增强的、更加多姿多彩的世界，对于我自己这颗和互联网比起来小得几乎可以忽略不计的脑袋来说，是非常值得期待的未来。

技术的加法

2009年2月，来自麻省理工学院媒体实验室的印度学生普拉纳夫·密斯基（Pranav Mistry）向世界展示了一种新设备，他把它叫做“第六感”。这个外观看起来像是随意拼凑的小设备能够将数字世界和真实世界连接起来，让人们以符合直觉的方式操纵数据。时隔大半年之后，它突然再次成为热点，这种现在看起来还很丑陋的设备，被认为可能会引发新一次的技术革命——老牌杂志《计算机世界》在谈到它的时候居然打出了《未来冲击：2019年的计算机》的标题。当然，不需要到2019年，它就会出现在我们生活中。

初看上去，“第六感”并没有太特别的地方。它由市场上随处可见的摄像头、微型投影仪和智能手机组成，用一根绳子挂在使用者胸前。摄像头随时拍摄出图像，然后由手机中的软件对其进行处理，并且用投影仪将结果投影到任何地方——手上、白墙上、纸上，甚至别人的衣服上。然而就是这样看起来平平无奇的小东西，却赢得了《大众科学》杂志评选的2009年度创新奖。

它最创新也最迷人的地方，刚好在于把一切不符合直觉的操作都隐藏了起来。在使用“第六感”时，人们可以以最符合直觉的方式来与虚拟世界互动。摄像头拍摄一切，从手中的物体到手部的动作再到面前的景色，并且将它们处理成人们想要的方式。只需要用两只手的食指和拇指比出一个取景框就可以拍照，只需要用手指指指点点就可以作画，只需要拿起一本书就可以在封面上看到亚马逊书店对这本书的评价，想把一段文字从书上输入到计算机中只需要用手指比画一下。它抛弃了过去六十多年来那些操作计算机的方式，让人们可以像操控真实世界的物体一样随时从数字世界中抓取自己需要的内容。一切尽在指尖。在我们的传统观念中，数字世界是数字世界，真实世界是真实世界，泾渭分明，很难沟通。然而人们总是在追求更加方便和更加直观的体验，这就是“第六感”装置如此吸引人的原因。它将真实与虚拟结合为一体，使用摄像头将真实世界的东西拖到虚拟世界当中，加以识别、判断，用一个摄像头作为眼睛，让软件和互联网成为大脑，并且用投影仪将其展示在任何平面上。它不像是我们熟知的计算机，更像是我们的第三只眼睛，和被延伸了的大脑。几部随处都可以看到的设备，加上一点点软件魔法，就成

了一种潜力惊人的工具。

这样的创新看起来像是那种“啊，我怎么没想到”的类型。无数人拥有摄像头、投影仪和功能强大得多的电脑，但是在普拉纳夫之前，没有人意识到可以用这些来改变人们和机器对话的方式。将几种技术结合起来所诞生的创新大抵都是这样，由一种技术发展带动其他技术进步，或者多种技术衍生出新技术的例子并不罕见。从电话到互联网，从移动通信到物联网，都只不过是将几种现有技术结合起来而获得的，然后在这样的新平台上，逐渐出现了更多纷至沓来的惊艳应用。

1956年，苏联发明家根里奇·阿奇舒勒（Genrikh Altshuller）提出了被叫做“TRIZ”的发明式解决问题方法。这种理论认为，创新是通过创新的方法而不是通过知识的数量实现的——试错并不是创新的最好方法。在随后的几十年中，他一直都在对这种理论加以不断完善，在其后他撰写的几本书中，详细列举了这些方法，甚至归纳出了一种创新算法和40种用于发明的工具。在现有技术上加上某个东西、减去某个东西、把它变大或者变小，都可能产生出创新的产品。

在如今这个信息迅速流通的时代，加法的力量往往十分惊人。从未涉及过手机业的苹果公司以一部只有两种款式的手机杀入这个竞争激烈的市场，短短数年间所获得的辉煌战绩让所有对手如临大敌。全球数以万计的程序员让iPhone成为了一部万能工具，游戏机、平衡尺、铅锤、乐器，甚至是酒精探测器。而这一切，只是因为苹果在手机上加入了之前没有人提供的多指触摸、几种传感器和一个与内容提供者分成的软件商店而已。

就是这样的技术加法，这种将已有技术结合利用的方式，让人类的技术水平在最近一百年中获得了相当高速的发展。我们现今生活中所依赖的一切工具，大多数都只有不到一百年的历史，其中一部分还要更短。我们须臾不可离的互联网，也不过才过了42岁生日，手机只不过是不到四十年前发明的，网上购物只有二十多年的历史，而MP3播放器，今年才只有区区十几岁。在最近一个世纪内，人类技术发展的程度，超过了过去50万年的总和。

在技术的帮助下，人们对自身的理解程度和修复技术，也超过了过去50万年的总和。西班牙病理解剖学家、1906年诺贝尔生理学和医学奖得主圣地亚哥·拉蒙·卡哈尔（Santiago Ramon Cajal）提出的神经元学说让人

们了解到大脑的细微结构；100年后的2005年，瑞士洛桑联邦高等理工学院和IBM公司开始了“蓝色大脑”计划，希望用超级计算机来模拟脑的构造，用芯片和软件来模拟大脑的神经元以及它们之间的突触连接，由此来解开大脑工作之谜。在2009年11月，他们声称这部计算机模拟的脑细胞数量已经达到了猫脑的数量级——10亿个神经元和彼此之间的10万亿神经突触。通过这个结合了生理学和计算机科学的项目，科学家们希望可以模拟出人类的大脑，进而了解大脑确切的工作原理，甚至可能会回答那些长久以来都无法解答的、关于意识和智能的问题。更好的话，也许可以诞生世界上第一个真正的人工智能，第一个真正由硅片和金属构成的、思考能力能够媲美人类的大脑。是天网、母体，还是《人工智能》或者《我，机器人》中的桥段，也许到那时才会揭晓。

这类研究也同样意味着，在不久的将来，人和机械也许可以作为一个生命的不同组成部分而共存。现在，那些帮助残疾人恢复生理功能的假体，从视觉功能的义眼到由马达控制的手臂背后，无一不是医学、物理学和计算机科学的结合。在这一方面，还有一类研究也同样引人注目——科学家们正在开发更直接的方式来改变人和机器的交互过程。研究者们将大脑进行某项特定思考时产生的电波信号和思考的结果对应起来，再由计算机翻译成指令，进而驱动相关设备。这个被叫做“脑机接口”（BCI,Brain Computer Interface）的领域发展迅猛，通过对脑电波的探测和判断，人们可以只通过思考来控制轮椅、写微博、发邮件或者玩一些简单的游戏。现在，戴在头上的接收电极已经有了市场化的产品，植入大脑表面的电极也正在实验当中。2009年12月，波士顿大学通过这种方法让一位闭锁综合征患者恢复了发音能力，他想说的话会由计算机来帮他说出；同样是在2009年，犹他大学开发出了一种覆盖大脑表面的电极，能够更加精确地定位脑电波产生的位置，进而让人和计算机更好地直接沟通。芯片大厂英特尔更是信誓旦旦地发表言论，认为在2020年，每个人都可以通过植入脑中的芯片直接和计算机沟通。这些研究，将会把我们带到《钢铁侠》或者《特种部队》所在的世界当中。

人类现在也许处在一个奇妙的时间点上。美国发明家雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）在上世纪70年代提出过一种叫做“技术奇点”的理论，认为技术之间的结合和相互促进将会让人类技术文明以指数级持续加速发展——这一点已经被证明了，毋庸置疑。然而当前主流学界对这一理论持

观望态度的原因在于，技术奇点理论认为当这种加速持续到某个时刻，将会产生一次彻底的变革。那可能是人工智能超越人的智能，也可能是人们可以直接以意识方便地和计算机沟通，以及由此引发的“智能大爆炸”。但是在智能大爆炸之后还会发生什么，没有人能够预测得出。这也是为什么他将这一理论命名为“技术奇点”的原因——在宇宙大爆炸理论中，我们对奇点也依然一无所知。

虽然这个理论听起来很有些科幻的味道，但是我们不得不承认，技术正在裹挟我们迅猛前行，未知的前路以越来越快的速度向我们迎面而来。为了应对这个正在飞速变化的世界，只能借助更多技术的帮助，而更多的技术只会带来更快的变化。这像是一个怪圈，一旦陷入，永远不能脱离。

但从“第六感”这样的设备中至少可以看出一些端倪。我们将会成为这个星球上首次在真实世界和数字世界中随意切换的一代人，也许将会不再严格地区分物理或者逻辑、字节或者原子。地球甚至可能会变成一个类似《阿凡达》中潘多拉星的地方：一切真实和虚拟都会无缝连接在一起，每个人都成为一个超级智能中的一部分。

灵犀一指

无论是买西瓜还是判断病症，以指轻叩都是常见的动作。至于梁朝伟在《无间道》里轻轻敲出摩尔斯码暗通信息，更只是一种略显直白的用法。最近微软公司和美国卡耐基梅隆大学的研究者们开发出了一种特别的工具，让我们只需碰碰指头，就能控制MP3播放器这样的电子设备。

现在这种叫做“Skinput”的控制装置还只是粗糙的原型，由一条臂带、一个微型投影仪和一部运算设备构成，之间用线缆连接。臂带内侧有两列形状像微型听诊器的传感器阵列，每个阵列的五个压电式传感器将会收集不同频率的震动，并由运算装置将我们敲击手臂的震动转化为计算机可以识别的信号。

当我们用手指敲另一只手的手心时，所产生的震动不仅仅会通过空气被听到，也会随着皮肤、肌肉和骨骼向四处蔓延。《黑客帝国》第三部中有过类似的场景：在那个尼奥一拳正中史密斯特工左脸的慢镜头中，我们看到史密斯特工的脸就像是被扔进了一块石头的水池般泛起波澜。这种情形在日常生活中很难见到，但是我们的身体却会忠实地将这些波动传递到上下各处。

Skinput就是利用了这一原理。当敲击手臂时，由皮肤表面直接传导的横波将会先行到达传感器，而通过骨骼传导的震动由内而外传递到皮肤时将形成稍晚的纵波。通过震动的强度和时间差可以得到产生震动的源头的位置——这和我们进行地震测量的方法十分类似。

理论上来说，任何足够清晰到能够分辨出来的信号，都可以用于控制计算机这种信息系统。Skinput的发明人之一是美国卡耐基梅隆大学的克里斯·哈瑞森（Chris Harrison），他不仅设计了这种轻轻敲打式的输入设备，还曾经设计过另一种输入方式：用指甲在任何表面上划过，就可以向计算机发出指令。无论是木头、塑料还是牛仔裤，只要划出指定的轨迹，就可以进行输入，而准确率高达80%以上。

这两种技术的本质很相近，都是基于震动波形的采集和分析。现在的Skinput由哈瑞森和微软研究中心的德斯尼·谭（Desney Tan）共同研发，后者也是人机交互领域的先锋人物之一。“我们希望用户能够用上更好更自然的操作方式，”德斯尼说，“特别是，通过更自然的输入设

备，我们希望开发出新技术，让我们和计算机的交流更加深入的技术。”

要接收从皮肤上传递的低频震动并不需要太精确的传感器，更重要的是如何判断其位置。研究者们通过安装多个传感器解决了这个问题。他们通过在上臂两个侧面贴上两个压电传感器阵列来增强精确度，并且给每个压电传感器安装不同的配重，让它们分别对从25赫兹到78赫兹不等的震动频率敏感。通过一个自行开发用C语言和Java语言写的小软件，可以对这10个信号进行分析和分类，进而较为精确地判断敲击的位置。

这项技术现在能够达到不错的精确度——和使用iPhone屏幕键盘输入的准确度差不多，最高能达到95%。这个数据是通过对数十位志愿者的测试得到的，使用了拇指、中指、手心、手腕和小臂5个输入点。可以理解，当输入点的位置越接近时，Skinput的输入精度就会越低，如果在小臂上选择10个输入点的话，准确率只有81.5%。对于商用技术来说，这种准确率的确还需要提高。

但是哈里森对这种技术充满信心。“使用皮肤触摸技术不仅仅因为我们有两平方米的皮肤面积，也不仅仅因为可以用手碰到，更重要的是，这种触摸方式不需要用到眼睛，”他说，“因为本体觉（感知我们身体的方向、动作、位置和力量的感觉）的存在，我们不需要看也可以准确地触摸身体的位置。我们完全不需要看就可以轻松地把任何两个指尖碰到一起、摸鼻尖和鼓掌。”这是一种随手可及的操作方式。

虽然在现在的设计原型上，Skinput和麻省理工学院的“第六感”装置一样都安装了一个微型投影仪，但这并不是必需品。现在设计者们已经实现了一只手控制MP3播放器的功能，通过用大拇指碰触其他手指尖，就可以轻松地控制MP3。“现在的电子设备正在向越来越小的方向进化，触摸屏或者按钮这样的控制装置越来越难使用。”在一篇论文中，设计者们这样说：“使用周围的环境来控制电子设备，就成了一种可能的选择。”

的确如此。从“第六感”设备、微软的语音识别和Project Natal计划，再到现在的Skinput，都无疑属于这种思路的产物。现今计算机的计算速度已经可以实现几乎无穷的可能性，人们可以比以前有更多的选择。作为一种几乎不需要学习的、可以随身携带的控制装置，Skinput会引领一场探索动作控制的可能性的新浪潮。

在2010年4月份美国亚特兰大举办的第28届“计算机人机互动大会”上，Skinput的开发团队作了一次展示。目前看来，这种技术最大的问题是整体体积偏大，但是这将不成问题。人们已经进行了这方面的大量研究，例如最近韩国大学开发出硅橡胶材质的柔性电极，可以贴在任何部位，而且几乎感觉不到——它只有几根头发的宽度，而且可以弯折70万次。在这类技术的帮助下，Skinput几乎是呼之欲出了。

触摸屏是不是我们的未来

最近总是会看到触摸屏技术的新进展，更大、更薄，甚至还有力反馈。葡萄牙的Displax公司声称他们的触摸屏可以贴敷在任何表面，无论是平面还是曲面，而且还可以感受压力；另有一家公司声称他们的触摸屏应用了听起来很高深的量子力学原理。也许过不了几年，触摸屏就将随处可见，我们将会像科幻电影中的人物那样直接在屏幕上指指点点，顺手把鼠标和键盘都扔进垃圾堆。

但是，真的会如此吗？也许未必。

毫无疑问，触摸屏是个了不起的发明。这种东西在1972年就被发明出来，比鼠标的出现只晚了8年。这么多年过去了，单单是罗技一家公司，鼠标出货量就早已超过了10亿只；而触摸屏的应用却少得多，我们只能在一些公共场合和自己的手机上看到。惠普曾经推出过全触摸屏的家用电脑，但是市场反响并不算好；而日本Wacom公司生产的类似产品，也因其高昂的价格，只在面向专业用户的高端绘图电脑市场上受到欢迎。这并不只是成本问题，而是作为人机接口的触摸屏在电脑上使用的效果，也许并不如鼠标和键盘。

虽然鼠标和键盘这样的输入设备需要一些学习才能够使用，但是和直接使用触摸屏的电脑相比，它可能会更适合我们的身体结构。自从人类开始直立行走，手和眼的关系就开始变得古怪起来。眼睛适合向前方平视，而手最适合的姿势是垂下来，而非高高举在眼前。当我们要完成某种工作时，或者是让眼睛去迁就手的位置——当我们趴在桌上写字时，头不得不低下来盯着笔尖；或者是让手去迁就眼睛——想想看画家们在画架前的姿势。这两种方式都不自然。

键盘和鼠标在电脑上解决了这个问题：垂直放置的显示器适合眼睛，而放在水平面上的键盘和鼠标让胳膊不会过于劳累。虽然需要一些学习过程，但这是值得付出的代价。

而今天的手机之所以大量采用触摸屏，很大程度上是为手机体积所限。在便于随身携带的设备上提供键盘，只是技术和成本之间的博弈罢了。让一个仅仅作为输入设备的实体键盘占据手持设备上本来并不宽裕的空间，而减少显示屏的面积，只能是技术匮乏时代的思路。手机生产商们

很早就意识到了这个问题，从摩托罗拉C6188开始，使用触摸屏同时作为输入和输出设备的手持设备开始大行其道，而苹果公司在iPhone上首创的多点触摸技术，又让更多厂商加入到这一前景广阔的市场中来。

从20世纪70年代的电阻屏，到现在令人眼花缭乱的电容屏、超声波屏、红外线屏，用在电脑显示器这样的中型显示设备上的触摸屏技术已经比较成熟，只是成本还难以降低；而随着诸如微软surface之类的大型显示设备的出现，又给触摸屏提出了新的要求：面积更大、更薄、成本更低，如果能够提供力反馈则更好。

早在2008年苹果就申请了一个专利，在触摸屏的两层面板之间加入了透明的软垫，试图让触摸屏能够像键盘那样实现力反馈。其原理很简单，却很有吸引力，虽然我们还没看到真正能用的产品。根据苹果的一贯作风，也许几年后才会在新一代i字头的产品上看到它，当人们按上去的时候，感觉也许像是按到一张柔软的鼠标垫一样。

如果苹果不再快一点的话，也许就要被追上了。2010年2月，纽约大学开发出的新产品实现了惊人的效果，虽然还在实验阶段，但是这种用两层带印刷电路的薄膜制作的触摸屏已经引起了不少企业的兴趣。这种触摸屏的原理有些像现在大量使用的薄膜键盘：两层印刷了电路的薄膜之间用某种东西隔开，当按下的时候电路接通，从而让计算机得到信号。区别在于，薄膜键盘是用一层打孔的塑料片隔开电路，而这种触摸屏用的是特制的油墨——一种能够因压力改变而改变电阻的高分子材料。它支持多点触摸，也能够侦测压力，而且成本低得惊人。目前阶段，它最大的问题就是不透明，不过研究者表示，这个问题可以通过开发其他的材料来解决，或者把这种不透明的触摸屏用在诸如电子键盘或者电子鼓这样的设备上去。它的性能和成本优势足以克服这小小的不便，·更何况这种技术还有更多改进的空间。

另外还有几家公司也在开展这方面的尝试。Displax公司利用透明高分子膜制造出了超薄电容触摸屏，并且已经有应用在50英寸显示器上的产品面世，同时可以检测16点触摸。这家公司希望能够检测更多的触摸信号，而且开发出更大的触摸屏，比方说可以用在160英寸屏幕上。这种触摸屏可以选择透明或者不透明，甚至还可以让它伪装成各种表面，例如纸张、木头或者金属。

说起来，也许《黑客帝国》中锡安的空中管制人员使用的那种电脑——

那种透明显示器、触摸操控的东西——要在目前的OLED技术和触摸屏技术上实现，并没有太大的技术障碍。但是这并不意味着那种东西会真正取代键盘和鼠标。触摸屏也许会成为公共场所显示器、自动柜员机、公共信息查询系统、手持设备的标准配置，但是想想看，如果让我一天8小时举着手臂点来点去……相比而言，我还是宁可用鼠标和键盘算了。

善解人意的游戏机

在2010年圣诞节买到的XBOX360游戏机包装箱里，我们不会找到手柄，只会发现一个有摄像头和麦克风的小盒子。把这个盒子放在电视附近，游戏主角的动作就会和你的动作保持一致，你可以用自己的网球拍玩虚拟的网球游戏，也可以假装握着一支步枪杀入游戏中的敌军重围。这就是微软发布的Project Natal（商品名为Kinect），而你就是游戏控制器。

Project Natal的核心在于动作捕捉。随着电影特技的广泛应用，这个名词已经为越来越多的人所知——真人演员的动作被动作捕捉装置记录下来，经过电脑加工，就能够生成肉眼难以辨别真伪的画面。从已逝天王迈克尔·杰克逊（Machael Jackson）在超长MV《幽灵》（Ghost）中化为骷髅起舞，到《阿凡达》中潘多拉星球上的丛林追逐战，动作捕捉技术为电影的视觉效果贡献良多。现在，微软打算将这种技术带入寻常百姓家，并且希望它能够改变人机交互的方式。也许它真的可以做到。

动作捕捉技术已经有了数十年的历史。早在20世纪70年代，迪士尼就尝试捕捉真人演员的动作并用于动画片中，用这种技术来改进动画片的质量。在当时的技术限制下，这种方式并没有取得很好的效果；直到20世纪80年代以后，它的优势才渐渐显露出来。传统的动作捕捉技术通过光学、机械、声学、电磁等方式来跟踪一些关键点，用多部摄像机、角度传感器、超声波发生器和接收器、电磁场接收器等设备实现对演员身体动作的跟踪，并且将这些动作轨迹传送到计算机中，再应用到人物模型上。这是非常成熟的技术，却都有同样的弱点：需要在被跟踪的人物身上贴上标签或者传感器，再通过这些标签的活动路径来跟踪角色的动作。直到现在，电影特效中使用的高精度动作捕捉技术也依然使用标签来实现，而且往往需要演员穿上单一颜色的紧身衣以避免产生误差。很明显，这样烦琐的技术并不适合走进家庭，然而这种技术带来的诱惑却令游戏机厂商难以抗拒。

最先尝试踏出这一步的是任天堂公司的Wii。这家老牌游戏公司在手柄中加入了红外和加速度传感器，让手柄变成了网球拍、高尔夫球杆，甚至保龄球。另两家巨头索尼和微软也发布了计划，打算在自家游戏机上

提供类似的功能。索尼的PS Move看起来像个麦克风，不仅有传统的加速度传感器和陀螺仪，而且还能发光；而附加在微软XBOX 360上的Project Natal打算完全抛弃手柄，仅凭集成在一个小盒子中的两部摄像头、麦克风和红外线传感器来跟踪玩家的动作，以及识别玩家的语音指令。

通过放在不同位置的两部摄像头，可以获得两幅略有不同的图像。将之进行运算，就可以获得立体图像，进而感知距离。这是我们的大脑每时每刻都在做的事情，也是我们能够看到3D电影的生理基础。Project Natal通过一个彩色和一个黑白摄像头来获取这样的立体图像，再通过红外线来感知玩家离电视的大致距离，就可以判断玩家的身体动作，并且将之转化为游戏中角色的动作——这时的游戏，更像是你自己导演和主演的电影。

这看起来像是件值得期待的圣诞节礼物，然而它的意义并不仅仅如此。2009年7月，比尔·盖茨在接受采访时曾经提到，通过基于这种立体感应镜头的更多研究，它将不仅仅是玩具，而会成为我们操控电脑的新方式。“这不仅限于游戏，而可以应用在所有基于电子媒体的消费品上，甚至包括使用Windows的电脑、视频会议、协同工作和通信等。”他说，“这是3D定位设备，是视频识别，是可以进行行为判断的摄像头。”

如果盖茨的期望成为现实，那么就意味着一种更好的人机交互技术的诞生。它不再需要触摸屏的手势操作，人们终于可以从键盘、鼠标、触摸屏上离开。这大概可以算是“第六感”类型装置的变形，相比之下，几年前让我们激动不已的多点触摸和手势控制，看起来将会只像是孩子的玩具。

的确，当这种技术真正可以商用时，《钢铁侠》中托尼·史塔克（Tony Stark）那套空气投影和动作捕捉结合的工作环境将不再是科幻。我们也可以摆摆手删掉一个文件，可以做个手势就把音量关闭，也可以只是比划一下，电影就会全屏播放。我们将不再需要任何遥控器，不再需要指挥电子设备，而是反过来让电子设备随时紧盯着我们的行为，亦步亦趋。再加上微软一直寄予厚望的语音识别技术的进展——现在语音识别已经可以达到95%的准确率，当然，是在足够的训练之后——也许我们和计算机的关系将不再是像现在这样机械地输入和反馈，计算机会更加善解人意。

憧憬这样美好未来的不只是微软。芯片大厂英特尔也从几年前开始这方面的研究，希望通过类似的方法来改善人们使用电子设备的体验，例如使用摄像头来识别用户的表情。当观赏激动人心的体育比赛时，摄像头甚至可根据我们的表情变化来重放精彩片段。

在直接使用意识控制计算机还只是个理想的今天，微软和英特尔的这些努力也许是目前能够期待的最好的人机交互方式。现在，一些玩家已经在Kinect前手舞足蹈乐此不疲，而这种设备成为电脑标配的那一天，看起来也并不遥远。

显示器们的前世今生

从土地上的扭曲线条到泥板上的楔形文字，从青铜大鼎铸造的象形文字到竹简和丝绸上的刀刻笔画，从打磨切薄的动物皮革到蒸煮捣抄的植物纤维，人类写下、刻下、画下印记。当静态展示再也不敷使用，快速变化的显示便顺理成章地登上了舞台。现在我们对随处可见的显示器丝毫不以为怪，然而却很少想起，这些遍布全球的闪烁画面，仅仅诞生于一百一十多年前。但是其中有一些，已经开始慢慢老去，逐渐被人们遗忘。现在，让我们来回顾一下这些活跃了数十年的老熟人，再看看那些对它们的地位虎视眈眈的挑战者吧。

那些正在谢幕和将要谢幕的演员们

德国物理学家卡尔·费迪南·布劳恩（Karl Ferdinand Braun）发明阴极射线管（CRT）显示器那一年，离人类跨入19世纪，还有三年多的时光。虽然在一百多年后的今天，CRT的地位正在受到液晶显示器的严重威胁，但它到目前为止依然是使用最为广泛的显示设备，老而弥坚。CRT的主要部分是一个真空的喇叭状玻璃管，通上电，玻璃管末端的三支电子枪就会射出电子束。在偏转磁场的控制下，电子束依次点亮屏幕上涂刷的每一处磷光粉，显示出绚丽颜色。这种老古董很好认——它们的体积都偏大，而且整个显示器的厚度一般和屏幕尺寸成正比。虽说世界上第一台便携式电脑使用的就是这种显示器，但它实在太过笨重，而且总是很快就变得热烘烘。直到20世纪60年代，这种情况才得以改善。

20世纪60年代是一个疯狂的年代。我们现代所使用的许多技术都可以追溯到那个时代，比如现在常见的等离子显示（PDP,Plasma Display Panel）和液晶显示（LCD,Liquid Crystal Display）技术。唐纳德·比策（Donald Bitzer）是个牛人，当时在美国伊利诺伊大学香槟分校工作，就是他和他的同事H·吉恩·思鲁图（H.Gene Slottow）在1964年一起发明了等离子显示器。他们把大量的等离子管排列在一起构成屏幕，在每个等离子管对应的小室内部充上了惰性气体。在给等离子管电极加上高压后，惰性气体将会发射紫外线，而让荧光粉发光。每个离子管就是一个单独的发光单元，众多发光单元就会像众多彩色马赛克小块一样拼成我们看到的图像。等离子显示器可以做得很薄，也可以做得很大——这让

它们做电视比较合适。现在的等离子电视可以做到150英寸，这个数字意味着，电视的对角线长达3.81米。但是它的结构有些复杂，价格也有点偏高。对于电脑这样大众化的工具来说，还是用液晶显示器更合适一些。

等离子显示器发明的同一年，1964年的秋天，乔治·H·海勒密尔（George H.Heilmeier）奠定了液晶显示技术的基础。虽然液晶早在1888年就被发现了，但是当时的人们并没有想出可以拿这种会流动但是却具有某些晶体特性的东西怎么办。很显然，乔治找到了一条比较有前途的路。1968年，第一台液晶显示器在美国被生产出来，这个比CRT晚生了七十多年的小兄弟开始飞快地蚕食老大哥的领地。液晶显示的优势逐渐表现出来：薄、工艺成熟、成本不高，还可以根据需要切成任意大小的显示屏。现在，我们每天从起床到入睡，都会看到许许多多的液晶显示器。电子表、手机、电脑，甚至闹钟、微波炉和冰箱，随处都是。它马上就会成为最主流的显示技术——只要等CRT显示器慢慢老化就行。

不过，液晶也不是人们理想中的显示器。它显然太过耗电、有显示角度的限制，而且看起来颜色并没有那么鲜艳。比液晶显示更好的显示技术，有些已经开始崭露头角，有些正在研发当中。其中的一些一定会取代今天液晶的位置，如同液晶显示器正在取代CRT一样。毕竟，历史就是这样前进的。

<u>那些正在登场和即将登场的挑战者</u>

让我们把时钟向前播几十年。1979年，出生在香港的邓青云博士正在柯达公司的实验室从事研究工作。有天晚上，他返回公司去取忘在实验室中的东西，突然发现一块有机蓄电池在闪闪发光。这一意外发现拉开了有机发光二极管（OLED）的研究序幕。在公司同事的帮助下，邓青云于1987年成功制造出了低电压、高效率的光发射器，具有实用价值的OLED终于成为现实。

每个OLED单元都可以分成几层。最上面和最下面的两层是电极，中间夹着发光材料。当通电时，电子从高能级迁跃至低能级所释放的能量将会以可见光的形式传递出来，并且因为材质不同，产生出红、绿和蓝的显示器三原色，组合成各种不同色彩。

现在，OLED是最令人激动的显示技术之一。它不像液晶显示技术那样需要有外部光源，而且更省电、更明亮、更鲜艳，也更薄。不过目前

OLED还有一些问题，例如耗电量比较高、使用寿命不太长以及隔水隔氧性能有所缺陷等。但是，适合于手持设备的OLED屏幕已经开始投产，有几种手机已经开始使用这种屏幕。现在手持设备上使用的液晶显示屏，将会逐渐被OLED取代，而包括惠普、戴尔和苹果在内的一些电脑大厂，也开始纷纷投入对OLED大屏幕的研发。

不仅如此，在透明电极的帮助下，OLED可以做成完全透明的显示器。在《钢铁侠》、《少数派报告》那些科幻片中经常露面的透明显示器，也将会很快出现在现实生活当中。飞利浦已经开始进行这方面的研究，也许几年后，我们的落地窗本身就可以是电脑的显示屏；而通用汽车公司打算更进一步，把汽车的风挡玻璃变成显示屏，这样我们可以不必低头看GPS和仪表盘——它们会直接显示在风挡玻璃上。

OLED还可以附着在塑料的基材上，这也就意味着OLED显示器甚至可以弯曲。OLED在显示上不像液晶显示器那样有视角问题，像素之间也不存在间隙，而柔性的OLED无疑更吸引人——想想一张卷起来的电子报纸吧。

听起来不错。从2005年开始，就有许多厂商开始展示他们的柔性显示器技术，但是到目前为止都没有真正商业化的产品。不过既然这么多厂商都在OLED上下了大注，这个领域的发展速度应该能给我们些惊喜。

OLED用来看电影应该会不错。但是如果看书的话，最合适的显示设备还应该算是电子墨水。毕竟阅读体验是读书时很重要的一部分，这也是人们顽固地拒绝书籍电子化的一个原因。而电子墨水，能在阅读时提供和真正的书十分相似的体验。

电子墨水早在20世纪70年代就开始为人们所关注，当时日本松下公司和美国施乐公司都投入了这方面的研究。真正能够商业化的产品则要到二十年之后。1997年，美国麻省理工学院媒体实验室的约瑟夫·雅各布森（Joseph Jacobson）教授开办了一家叫做E Ink的公司，吸纳了摩托罗拉、朗讯和几家风险投资公司的资金，把电子墨水成功地商业化，而且注册了专利。

现在所说的电子墨水，主要是基于电泳技术的产品。它利用的是电荷同性相斥异性相吸的原理。让我们假设一个水球，其中装了一些黑色和白色的颜料胶囊，其中白色的胶囊带正电荷，黑色的带负电荷。然后我们将这个水球放在一块板上，给这块板加电。当这块板带正电的时候，黑

色胶囊会沉底，白色胶囊则会浮上去。这时候从上向下看的话，我们就会看到这个水球是白色的。如果给这块板加负电，那么从上方看，这个水球就变成黑色的了。实际上E Ink公司的电子墨水也是这样，只不过水球、胶囊的体积都十分微小罢了。

电子墨水的主要优点在于它几乎不耗电。它的屏幕本身不发光，而是依靠自然光；它的电极板上的电荷会保留很长时间，即使断电，图案和文字也会依然保留下来。使用电子墨水的显示装置，只有改变图案的时候才会耗电——这也就是为什么那些使用电子墨水的阅读器，其电池的续航能力往往比MP3这样的电子消费品高出一个数量级的原因。而且就目前来说，它的显示效果应该是和传统书籍最相像的。

但是电子墨水的缺点也很明显。从上面的原理介绍我们可以看出，电子墨水很难显示彩色的图案，而且如果图案太过精细的话，显示效果也往往不尽如人意。这也是厂商改进的重点。

E ink公司将专利授权给台湾元太科技生产，现在市面上能够买到的电子阅读器，其显示器几乎全部是元太的产品。2009年元太科技收购了E ink公司，并且加紧开发能够提供更加细致图像、更多颜色层次的新一代电子墨水。

2009年5月，美国辛辛那提大学和SUN化学公司开发出一种新型的彩色电子纸。通电时，液态的色素会被“挤”到电子纸的表面，从而显示出缤纷色彩；而断电后，又会“缩”回到纸中的颜料池中。效果就像是把一个装了颜料水的气球用力压在玻璃板上一样。这种技术很有趣，也许还很有前途。

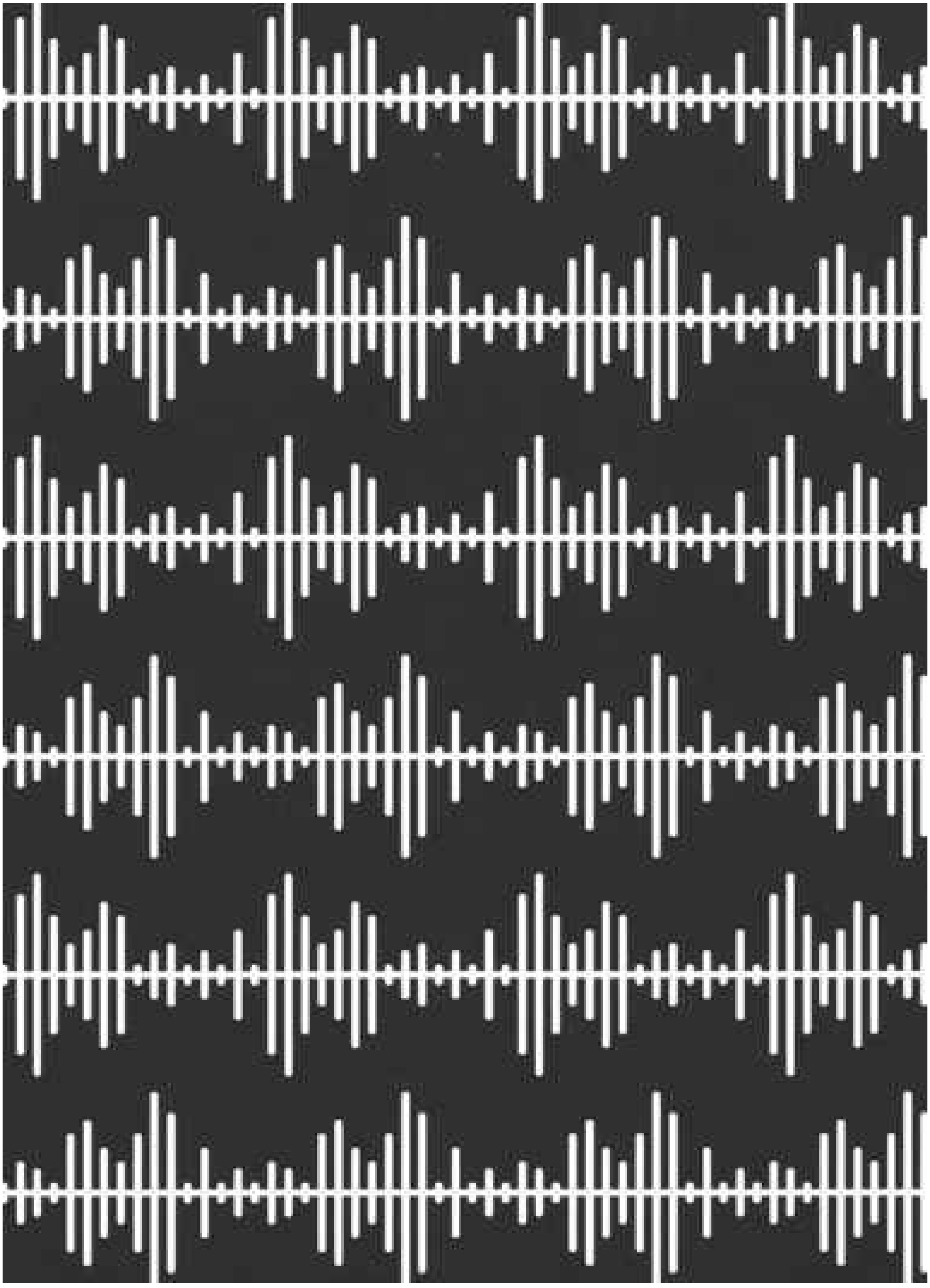
还有那些虎视眈眈的旁观者

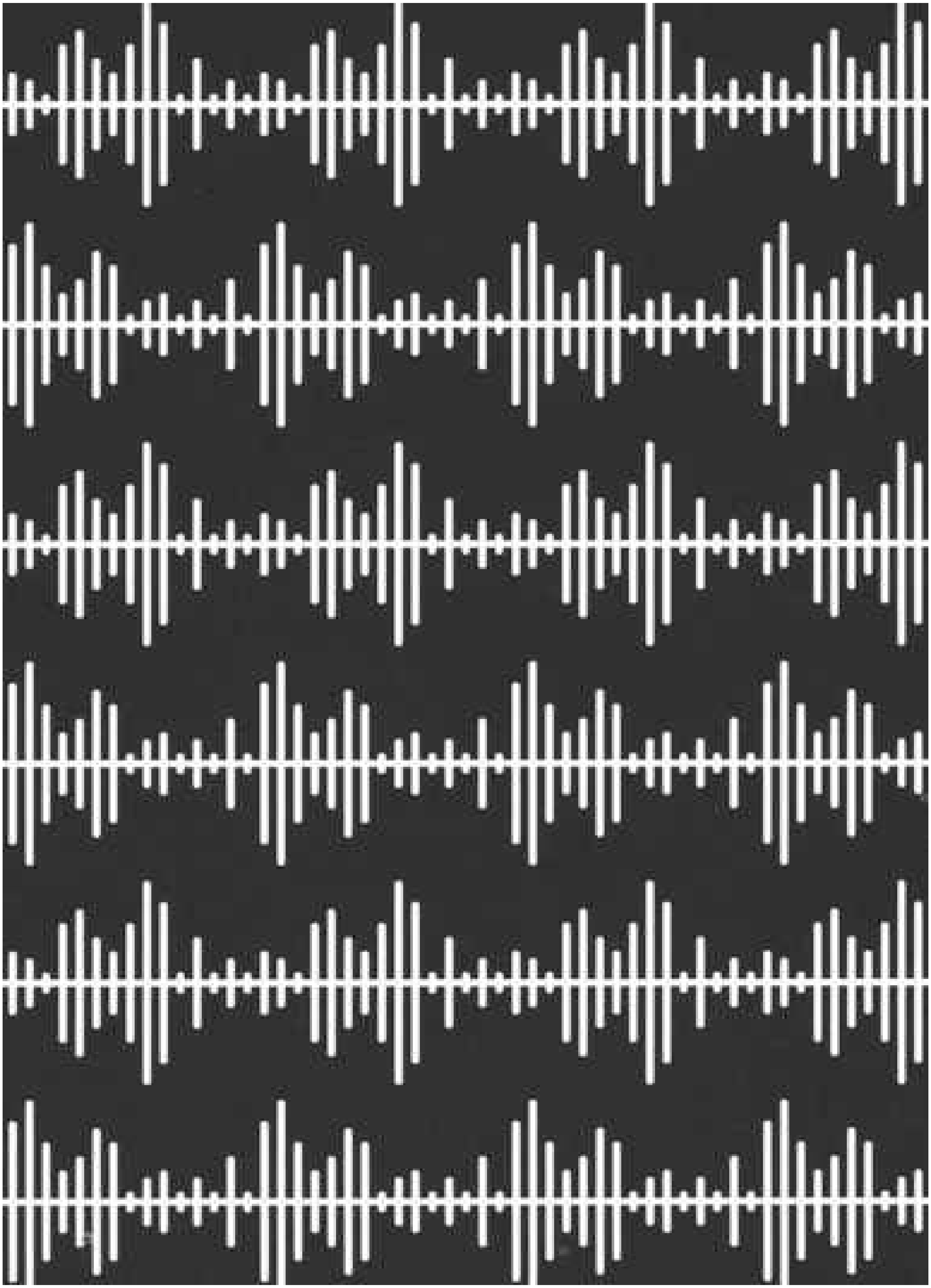
有一家很低调的公司，一直在开发那种能够在空气中投影的设备，就像我们在《星球大战》中看到的那样。这种设备可以将空气雾化，然后在上面投出立体的影像来。这家叫做IO2 Technology的公司声称他们的产品将在2010年上市——当然，也只是声称而已——但是售价有些高。18000美元的价格，足以让大多数人对这种梦幻装备望而却步——虽然随着技术的成熟，它必然会走进我们的生活当中——那应该是更久以后的事情了。

在这种投影工具还买不到之前，跳票了许久的SED显示器可能更值得电

脑用户们期待一些。这种技术全称是Surface-conduction Electrone-mitter Display”，译成中文就是“表面传导电子发射显示器”。佳能从1986年就开始开发这种技术，不过直到2009年的电子消费展上，我们才看到一点点眉目。SED的发光原理和最老的CRT显示器有些像，依然是用高速电子撞击荧光粉发光，只是它不采用射线管，而是使用了薄薄一层氧化钯薄膜。我们知道CRT是目前所有显示器中综合画质最出色的，SED自然也继承了CRT的优良品质，再加上其制造成本可能只有等离子显示器和液晶显示器的1/2到1/3，耗电量只有同规格的等离子和液晶显示器的一半——也就不难理解为什么有些人会认为SED将是划时代的产品了。

看起来我们绕了一圈，从CRT开始，走过了等离子、液晶，迎来了OLED、电子墨水，最后又回到CRT的老路子上来了。不过这也难怪，毕竟历史的车轮，和其他的轮子一样，都是圆的嘛。





$$\sum_{i=0}^{\infty} 2^{-i}$$

让残肢消失

2006年，英国一个叫埃文·雷诺兹（Evan Reynolds）的小伙子在车祸中失去了左臂，也打碎了他加入国家橄榄球队的梦想。两年后，他装上了一支叫做i-Limb的假肢，这让他能够做一些正常人能做的事。“人们总是问我i-Limb怎么改变了我的生活，”埃文说，“但是实际上没什么了不起的事——都是些生活中的小事，像是削土豆皮、握住网球、握住一瓶水什么的。”

然而，就是这样的小事，在肢体残疾人与正常人之间垒起了一道巨大壁垒。苏格兰的Touch Bionics公司尝试让肢残人能够像正常人一样生活，所以他们开发了i-Limb。这种仿生手获得了许多奖项的肯定，包括2008年英国皇家工程院的MacRobert金奖——这个奖项总是颁给最具有创新性的工程成果。《时代》杂志也认为这是2008年最好的50项发明之一，《华尔街日报》则将i-Limb评为2009年技术创新奖第二名。毫无疑问，这是目前世界上最好的仿生手之一。

在Touch Bionics公司的仿生皮肤包裹下，埃文的假肢看起来和真正的手臂很像。他可以让5个手指单独活动，拿起一张光盘、捏住一枚钥匙，或者握住一颗鸡蛋。i-Limb活动起来也和真手一样，它会判断使用者的意图，不会毫无反应，也不会用力过度。

人的一只手有27块骨头，上面附着有59块大大小小的肌肉。在过去，手部假肢的发展一直较为缓慢，其中部分原因是手臂截肢病例并不如下肢那么多，因此市场容量有限；另一个原因是手臂的体积比腿要小得多，但是其运动范围和精细程度却远远超过腿部。这两个原因让生产充分模拟真实手部的假肢的难度要大得多。

i-Limb采用了一种特殊的思路来解决技术问题。实际上，i-Limb可以看成一组由计算机控制的马达。Touch Bionics公司在病患的残肢上贴上两片接收电极，以此接收残肢肌肉产生的电信号，对之加以处理分析，再将指令下达给每个手指假肢上的电动马达。通过马达的运转拉动手指，手部残疾的病患就可以如同之前使用自己的真手一样，随意控制假肢。能够让5个假肢手指分别独立运动，是i-Limb与其他假肢最大的不同之处。

这种用肌电信号控制义肢的思路，是慕尼黑大学的莱因菲尔德·瑞特（Reinhold Reiter）在1945年提出的，之后很长时间都没有进展——只有当硬件足够小型化的时候，这种设想才可能成为现实。

i-Limb的技术基础在于，我们每次肌肉收缩的时候都会产生电流。这些电流会在体内传递，只要在皮肤表面覆盖电极，就可以接收到电信号。不过，这些电信号的电压很低，往往只有数十微伏，人完全无法感觉到，只能通过非常灵敏的电极才能采集到。而手部动作往往也需要手臂肌肉收缩来协力完成，所以可以通过监控手臂肌肉的电信号来判断使用者的意图。i-Limb使用两个放置在不同位置的电极来采集肌电信号，将这两个输入信号“相减”，就可以排除掉那些并非手臂肌肉收缩而产生的信号。然后，义肢中的处理器对手臂肌电信号进行降噪处理和放大，并判断电信号是否够强，以此为依据来判定是否真的要收缩肌肉。当确定以后，义肢以相应的电信号以驱动电动机，拉动手指握紧。

在这个过程中，对电信号的分析处理就显得相当重要。i-Limb的控制系统相当于一台电脑，实时监控肌肉电信号的强度，以此来判断用户是想在什么时候握紧或者放松。在对于信号的分析中，时频分析、小波分析、神经网络乃至模糊分类方法等理论和算法都被用在假肢的控制上。一只假手的复杂度，堪比一部家务机器人。

除此之外，i-Limb还具备“停止”功能。内置的感应器将会实时评估施加的力量是否足够——这很重要，因为可以预防一些用力过度的情况。捏住一个气球和捏住一个鸡蛋所用的力量并不相同，而i-Limb能够分辨这两者之间的区别。“我现在可以握住一个一次性塑料杯子，而不会捏碎它。”美国前陆军中士胡安·阿雷东多说。他在伊拉克服役的时候，因为一次爆炸而失去了左臂手肘以下的所有肢体，而“在用其他假肢的时候，我总是得很注意，否则一不小心就会用力过度”。

然而，现在肌电信号控制的假肢，也还是只有95%的成功率：每20次操作中，就有可能出现一次判断失误。即使如此，其他的突出优势也足以让i-Limb成为非常受手部残障者欢迎的产品。虽然它现在的售价高达14000美元，但随着技术进步，其成本还有不错的降价空间。而其他的一些企业和研究机构也开始进行类似的研究，力图制造出更像真实肢体的假肢，让“肢体残障”这个词成为彻底的历史名词。

美国国防部高级研究计划署（DARPA,Defense Advanced Research

Proiects Agency）在仿生假肢的研究上投入了数千万美元，试图开发出更灵敏的假肢：可能具有触觉，甚至可以直接通过思维来控制。两轮自动车segway的发明者开发出了像《星球大战》中天行者卢克那样的假肢，可以完成极其细微的活动；美国航空航天局（NASA,National Aeronautics and Space Administration）和其他一些机构已经开发出了更仿真的皮肤，内置触觉传感器；而早在2004年，马萨诸塞州的一家公司就已经在一位四肢瘫痪者脑中置入了一块芯片，让他可以仅通过思考来控制一支机械手臂。

虽然并没有投入商用，但是这些研究让我们看到了希望。现在中国有超过两千万的肢体残障者，还不能过上正常人那看似理所当然的生活。随着微电子技术和生物技术的发展，也许他们终会安装上与真正肢体没有区别的假肢，轻松跨越那道横亘在肢残人和正常人之间、绵延了数千年的鸿沟。

疾病检测的未来

2009年的《华尔街日报》技术创新金奖颁给了世界五百强企业之一的雅培制药和它的子公司Ibis Bioscience。他们开发出了一种新型检测设备，不仅可以让疾病防控人员更快地检测出病菌、病毒、真菌和原生生物这样的致病微生物，还能发现目前尚未被分类的新变种。这对于现在笼罩在层出不穷的新传染病和生物恐怖袭击的乌云下忧心忡忡的人们来说，无疑是一个好消息。

这种设备叫做Ibis T5000，粗看起来像是一堆零件随意地拼凑在一起。但是它的能力远比外表更引人注目：它能够将检测致病微生物的时间从数天缩短到几十分钟，全自动化运行，人们不需要经过太多的培训就可以使用，而且它还会打印出容易读懂的检测结果。

Ibis T5000是基于美国国防部的一项计划而开发出来的。这项旨在对生物恐怖袭击或大规模传染病进行快速反应，并且能将随之而来的损失降至最低的计划有一个响亮的缩写：TIGER。通过把在分子生物学领域已经发展成熟的PCR（Polymerase Chain Reaction）技术，与用于检测分析的质谱分析技术结合起来，TIGER计划找到了快速分析致病微生物的最好办法。T5000就是基于这两种技术而组合开发而成的。

PCR是聚合酶链反应的缩写，它是一种无细胞克隆技术，不像传统培养致病微生物那样需要活细胞作为载体，而可以针对特定的DNA片段在细胞外进行快速扩增，所需要的时间从过去的数天到数周缩短至数十分钟。这一方法由美国科学家凯利·穆利斯（Kary Mullis）在1985年发现，并且在1987年就实现了自动化。这一发现令穆利斯赢得了1993年的诺贝尔化学奖。迄今，PCR已经广泛应用到分子生物学研究的各个领域。

每次PCR过程都需要经过三个不同的温度阶段。在95摄氏度高温下，原有的DNA双链结构会受热变性成两条单链模板，然后在37到55摄氏度的低温下，被叫做“引物”的人工合成材料会与互补的单链模板结合，形成一部分双链结构。最后，当温度被提高到72摄氏度时，在一种特殊的耐高温酶的帮助下，补全所有的链条，形成两条DNA双链。这一过程有点类似于DNA体内复制的过程：解开双链，分别配对，最后形成两条DNA。每经过一次这样的过程，DNA数量就会变为原有的两倍。很容

易计算出，经过30个循环，理论上1条DNA将会扩增到10亿条以上。即使在实际使用中，也可以得到数千万以上的DNA样本，数量大到足够对其进行分析。

T5000采用的分析方法是电喷雾质谱分析。把扩增后的样本溶液通过细管送进电喷雾室，在强电场的作用下，样品溶液形成的细小带电液滴将会向质谱计入口处漂移，而从入口吹来的干燥气体将会使液滴迅速蒸发，并且“浓缩”它表面的电荷浓度，直到形成体积极小而表面电荷极大的微液滴，这些液滴的电场强度大到足以解吸出离子。被解吸出的分子离子会被送入一个真空区，进行裂解而获得样品分子的碎片，从而得到分子的结构信息，进而确定DNA的碱基构成，得知这些DNA属于什么物种。在T5000上，这一切都是全自动进行的。

可以看出，在整个检测过程中，引物选择相当重要。有效的引物不仅应该能够帮助特定的DNA扩增，同时还应具有较高的效率。在对多种DNA的混合样本，例如空气、生物体进行检测时，更是如此。Ibis Bioscience公司设计了通用的引物，可以对许多种同属一个科的病毒同时进行检测；在对病菌检测时，甚至可以涵盖整个细菌域——连蓝藻、放线菌、衣原体、支原体、立克次体等都包含在内。它能够鉴定出某一样品中每个物种相对数量的多少，能够给出致病微生物的抗药性和毒性数据，还可以分析几乎所有类型的样本。而最令人激动的是T5000的高效率和它的探测性：当判断检验样本中是否具有某种已知致病微生物时，如果引物选择得当，只需要6次PCR扩增过程，就能精确分析到种的级别；而当引物被设计成可以扩增样本中的所有已知个体时，那些从来未被鉴定过的个体也会被探测到——就像计算机上的杀毒软件发现了未知的新病毒一样。

从2006年制造出Ibis T5000生物感应系统开始，Ibis Bioscience公司就一直在改进这种设备。雅培公司对这种新设备非常感兴趣——在2008年年中向Ibis投资4000万美元，在年末更是抛出1.75亿美元，将Ibis从Isis制药公司手中完整地买了过来。雅培公司发言人谈到：“一旦交易结束，我们将可以进一步开发该技术，因此，我们计划将这一技术进行商业化推广。”

对于Ibis和雅培公司两方来说，这都是一件好事。Ibis获得了大量现金，可以将精力集中在产品供应和研发上，而雅培公司则可以更好地推广

T5000。

虽然目前T5000还没有通过审批，只能用于小范围的科研使用而不能真正走入医院，但是这并不能降低人们对它的期望。很显然，这样一台快速、全自动化、分析准确度高而且适用范围广的致病微生物检测设备，是永远不愁销路的。2009年如同暴风般席卷全球的甲型H1N1，最早就是由一台T5000检测出的；而它基于数字化呈现致病微生物特点的方式，显著减小了比较不同地区采集的致病微生物的难度，这将会给病源追踪、流行病学调查等工作带来巨大的变化。

除此之外，T5000还有其他许多普遍的用途。基层医院可以用它来进行大众健康检测，疾病防控中心可以用它来检测新病毒的出现和传播，甚至在制药工业和食品安全等领域，它都能够找到用武之地，甚至有可能会成为人们检测致病微生物的标准工具。它所特有的简便、快捷的检测技术，也许会像抗生素一样，彻底改变医疗保健行业的未来。

我，发电机

强大的人工智能生命会使用人类的生物电作为能源，满足自身的电能需求——《黑客帝国》中密密麻麻的“人类饲养场”场景让许多人记忆犹新。人们也许一边惊叹编剧和导演的创造力，一边暗自怀疑：这真的可能吗？

也许不大可能。人体能够提供的能量太小、太分散，而且人体并不是一个很好的能量转化装置。想从人体获得能量，并不容易。不过这并不妨碍科学家们去做努力。自古以来，人们一直试图将人体的能量收集起来，并且应用到其他地方，沙漏和滴水钟就应该算是最早的尝试。我们将沙漏颠倒过来时，就已经将人体的动能转化为砂粒的势能，砂粒的流逝，便缓缓雕刻出人生的时光。传说发明家爱迪生（Thomas Edison）曾经将自己的房门和一个水池以及屋顶的水箱连接起来，任何推门进来的人，都会向水箱里压入几加仑的水。这个传说不一定是真的，不过最少说明了人们早已将人体动能和物体势能之间的转换玩得滚瓜烂熟。而在现在这个能源相对匮乏的时代，研究者们开始尝试更多的人体能源转换方式。

<u>行走的机器</u>

体温、生物电，还有包括心跳在内的种种运动，都需要能量。我们将每天吃进肚里的食物，用酶催化，并经过复杂的化学反应转化为能量，这些能量让我们生存，并最终都转化为散失在空气中的热能和机械能。

正常人每天消耗的热量大约在2000千卡（Kilocalorie）到3500千卡之间。按照现在都市人的生活状态，大部分男性的消耗热量约在2500千卡左右，女性则相对要少一些。2500千卡的热量意味着可以将25升水从冰点加热至沸腾——相当于烧开50瓶饮用矿泉水。

可惜的是，这些能量，大约有1/3都被浪费了。我们的皮肤无时无刻不在向外散热，将热能散失在空气中；我们的体重被地板默默承受，使得地板轻微变形；我们的心跳只在极少时候能够被恋人或者医生听见，其他的时间都只是将空气分子一次次弹开而已。

如果可以将这些能量收集起来加以利用，虽然不能立竿见影地改变现有的能源产业格局，但是对生活也许不无小补。

收集能源最有优势的场所莫过于健身房了——人们抱着消耗热量的目的在健身房挥汗如雨，把大量能量抛掷在健身器械和地心引力的拉扯当中。现在已经有研究人员和健身房合作，在一些比较容易进行能量转换的器械上安装能量收集装置，将人体的动能转换为电能储存起来。曾经为香港设计海浪发电系统的意大利发明家鲁西恩·高姆布赖特（Lucien Gambarot）就为连锁健身机构加州健身中心（California Fitness）设计了这样一套系统。现在有一些已经采用这套系统的健身房，已经开始使用这些来源于人体的电能来照明甚至是播放背景音乐和DVD。鲁西恩说："我只是设法将电能储存在电池里而已。我试图向人们展示的是，人体能源发电也可以是非常简单的，它并不一定非得是什么高科技。"

比如，美国波特兰市的"Green"健身房就采用了这种方式。只是他们使用的是更广泛的绿色能源——不仅是人体能源，还包括风能在内的其他可持续能源。如今这种方式在受到越来越多人的欢迎，"Green"健身房的分店也即将在美国俄勒冈州开张。

然而，如果仅将健身房作为人体能源的收集场所，未免有点太少了。是不是能够将这些技术扩大适用范围呢？的确，人们运动最多的地方，除了健身房之外，就要数舞厅了。一般为了增强效果，舞厅中往往会铺设弹性地板，以让顾客们玩得更尽兴。荷兰鹿特丹州的一家舞厅"WATT"就采用了他们自己的专利技术，让顾客们跳得更高兴的同时，有效回收其所释放的能量。他们声称这样可以为舞厅减少30%的能量消耗。简而言之，就是在自己的舞厅中用有弹性的地板来收集人们的机械能——主要是势能——然后用地板将其转化为动能，最后再转成电能。这就像我们在玩跷跷板一样，唯一不同的是，跷跷板的另一端不是一个人，而是一个可以将地心引力转化为电能的发电机。

对于大规模使用人体能源，研究者们还提出了另外的设想，其中一些也已经有了小规模的实验。2007年，麻省理工学院的两位博士生詹姆斯·格雷厄姆（James Graham）和萨迪厄斯·加斯克泽克（Thaddeus Jusczyk）设计了一个叫做"人群农场"（Crowd Farm）的系统。他们计划在人流量大的公共场合使用这套系统，将人们踩在地板上的力传递到地板下安装的垫块上，藉由触发一个装置，将势能转化为电能。这种设备在家里使用当然是得不偿失的，但是在拥有足够流量的公共场所，就可以成为一种新的能源提供方式。

对于人的动能和势能，大型的收集系统大都沿着同样的思路来进行设计。伦敦建筑设计所也在做类似“人群农场”的尝试，还有人将旋转门当作手表的发条来处理。在这种系统中，人们推动旋转门的时候，就可以将动能转化为地下装置的弹性势能，然后用这些储存了能量的弹簧或者发条来驱动发电机。

而热能则有所不同。人体是一个热能辐射源，将这些热能收集起来，也同样大有可为。通过新材料来进行有效的热量收集，来给建筑物供暖或者使用温差发电机发电，是利用人体能源的一条新路。据说有些企业和建筑已经开始尝试采用这种方式来减少传统能源的消耗，毕竟现在的大型建筑物中，能够容纳的人数往往已经超过数万。可以相信，随着技术发展和人们对于环保的重视程度加强，收集人体能源将不会再成为新闻。

自给自足的人体发电

还在为打电话时手机没电而苦恼吗？这个问题或许可以解决了。马丁·库珀（Martin Cooper），移动电话的发明人，曾经多次谈到过他梦想的未来手机。他设想在未来的15年到20年内，能够植入体内的手机将会问世，而驱动手机的将是人体自身的能量。

我们都知道，人体内部是会发电的。心电图、脑电图都是根据人体的生物电来进行诊断的设备，而这些生物电的来源是细胞膜内外的电势差。细胞膜内外所携带的不同电荷和钾、钠离子的不均匀分布是产生生物电的基础。不幸的是，这样产生的电压实在是太小了。人们开始尝试其他的方法。

也许英国的科学家略微超前了一些。英国南开普敦大学的研究者斯蒂夫·碧比（Steve Beeby）和他的团队正在试验将振动的能量转化为电能的方法。这种本来是为工业用途而设计的能源转换装置理论上也可以应用于人体，而心脏就是最好的能源提供者。斯蒂夫希望这种技术可以改良一些需要植入体内的医疗设备，例如心脏起搏器。他也提到了这种技术在其他领域内得到应用的可能：“这将会对那些小型设备的设计思路产生巨大的影响。”

如果不拘泥于“体内”发电的话，也许还会有更多可能。事实上，我们所戴的自动机械表就是采用人体能源的一个好例子。自动机械表通过我们挥动手臂的动作来带动手表内藏的半飞轮，飞轮的转动就会自动拧紧发

条。而皮肤和环境的温差也是可能利用的一种方式，现在一些科学家们正在试图将温差发电机做得足够小，小到可以藏在手表里面。这样，只要手表还佩戴在我们手上，它就会一直工作下去。

早在2002年，新加坡国立大学和新加坡国防科技局就开始一起研发，试图设计出可以穿戴的能源转化装置。2004年8月，他们对外发表了研究成果，称能通过安装在鞋内的压电材料，将人们行走时的能量部分地转为电能。压电材料其实早已在我们的生活中出现了：现在的一次性打火机，大部分的点火设备都是用压电材料中的一种——压电陶瓷——制作的。压电陶瓷可以将形变转化为电流，当手指按下打火机开关的时候，产生的电流将会通过导线在燃气嘴之间形成电火花，从而点燃打火机中储存的可燃气体。

就是这种技术，让艾德里安·查尔克（Adrian Cheok）兴奋不已。他是新加坡国立大学的助理教授，也是可穿戴能源转化装置项目的负责人。其团队现在已经很好地解决了一系列技术问题，在鞋中安装了压电材料。当人们每迈出一步，都会有电流输送到电池当中。下一步，他们就会把这种技术商业化和军用化了。

2009年2月，美国乔治亚理工学院的王中林教授发表了一篇论文，表示对采用柔性的压电材料提供电能的可能性非常乐观。他们已经在小老鼠身上获得了不错的实验成果，“发电衣”也被英国《物理世界》评为2008年最值得注意的研究进展之一。将直径数百纳米的压电纤维织入衣料当中，只要运动，就会产生电流。这无疑会彻底改变我们的生活和时尚。

虽然我们不会像《黑客帝国》中那样通过思维来产生足够的电能，但是可以通过其他各种方式收集和转化在进化的千百万年中都曾经浪费掉了的能量。随着不可再生能源的逐渐减少，人类除了求助于风能、太阳能等可更新能源外，也许“反求诸己”也未尝不失为一条阳关大道。

钢铁侠之梦

2009年，美国洛克希德·马丁公司推出了一项新产品。这是一套金属骨架，可以捆装在身上，看起来像是矫正用的支架，不过与矫正支架相比，主要有两点不同：第一，它带有动力装置；第二，它比矫正支架贵得多。实际上，这种新产品更像是电影《特种部队》里面的那种装甲——但是还没达到《钢铁侠》的级别。

好吧，其实它离《特种部队》也还很远。目前这套叫做“人类负重外骨骼”的装备，只是能够提供一些很基础的功能，并无法让穿上这套装备的人跳得更高、反应更快，只是能让他们能够背负更多的东西，而不会感到过于疲惫而已。例如，它可以让人负重90公斤，并且可以以每小时16公里的速度快速行进。

虽然没有电影里那么梦幻，但这种产品也已经可以算得上令人瞩目。毕竟，在动力外骨骼（Powered Exoskeleton）这个研究领域里，目前还没有谁，走得比它更远。

<u>可穿戴的动力装置</u>

动力外骨骼这个词，是用生物学和工程学的名词拼凑出来的。甲虫和虾这类节肢动物身体表面的那一层硬壳就是外骨骼，主要起保护和支持作用。这有点像是中世纪骑士的盔甲——沉重，但是足以保护内部柔软脆弱的身体组织。而动力外骨骼则指那些自带动力的、可穿戴的机械设备，它可以让步兵变成装甲战车，或者让截肢的人或老人重新生龙活虎起来。是的，这种装置有着相当广泛的用途：帮助那些没有足够体力的人们完成他们的工作。农夫、护士、老人都可以通过这种工具获益，一些体力劳动者也会很欢迎这种助力装置。至于军事上的用途，更是显而易见。可以这样认为：动力外骨骼是一种可以穿戴的动力装置。当然，绝对没有EVA或者高达里面的巨大人形机器人那么夸张。

2010年8月，一种叫做HAL的动力外骨骼开始推向市场。它的全称叫做Hybrid Assistive Limb，可以翻译成“混合辅助义肢”。这种涂装成白色、看起来像是微缩型高达的装置是由日本筑波大学的研究者三阶吉行和他的同事们开发出来的，他们在2004年就创建了一个叫做“Cyberdyne”的公司，主要的工作就是将动力外骨骼推向市场。现在HAL主要用于医疗

领域，帮助残障者行动，帮助伤患复健，以及为护士们助力。

HAL看起来不错，还有些动漫风格。但现在还是有点贵——租金在每月1000美元以上。近期降价的可能性也不大，毕竟这是一套相当复杂的系统，从某种意义上来说，也许比工业用的机器人还要复杂一些。

意图、反馈、助动

动力外骨骼和机器人的区别在于，机器人通过预先编写好的程序来控制行动（科幻片里那些终结者之类的机器人不在此列），而动力外骨骼则需要实时获取穿戴者的意图，再根据这些意图提供帮助。它就像自行车，当你踩下去的时候，轮子才会转。

最大的问题也就在这里。怎样让动力外骨骼在最合适的时间、给予人最恰如其分的帮助、而不会过分地滞后和延迟，也不会输出过于强大的能量呢？这些是动力外骨骼研发中最主要的问题。也正是由于这些原因，当人形双足行走机器人已经能够绕着操场跑圈的时候，动力外骨骼还没有真正成型的产品。

研究者们的解决思路是这样的：通过传感器来感知使用者的活动信息，将这些活动信息反馈给一台计算机，让计算机通过计算得出最优方案，再启动相应的机械部件输出能量。这一套流程听起来有点复杂，但是实际上它和我们敲打键盘打字的过程十分相似。来对比一下好了。

在我们敲键盘打字时，实际上经历了四个阶段：

第一，在键盘上敲下某个键，和这个键对应的电路连通，产生了一个电信号；

第二，键盘中的单片机对信号进行判断，然后通过键盘接口传递相应的电信号给主板；

第三，信号由主板传递给CPU，后者结合当前使用的软件和硬件来判断这个信号的含义，并将处理结果发给显示器；

第四：显示器屏幕上会出现一个相应的字母，或者执行相应的功能。

就我们所见，很难在第一步和第四步之间感觉到停顿，而觉得键盘就像是显示器的某个开关，只要按一下键，显示器马上就会做出反应，而很难意识到这中间的复杂过程。这是因为，现在计算机的处理速度，远远比我们要快。

动力外骨骼也是这样。现在的动力外骨骼一般包含多种传感器，常见的有角辨向器、肌电传感器、地面传感器、肌肉压力传感器等：角辨向器判断角度，肌电传感器判断肌肉电流的强度，地面传感器判断地面承受的压力，肌肉压力传感器则判断肌肉收缩的力度。有这样的几种传感器，基本上就可以收集到使用者当前所花费的力气和他的意图。

接下来，这些传感器把收集到的数据传递给信息处理器——这一般是一个背包一样的小东西，通常安装在背部，可以视为一台电脑。信息处理器会频繁对收到的资料进行整理和计算，每秒钟能够计算数千次。在它得出让使用者用力最小的最优方案后，便将这个方案转化成电信号传递给各个关节处的驱动装置——一般是液压或者气压系统。这些液压或者气压系统也会有很快的反应速度和相当高的精确度，从而十分精确地和使用者的活动同步。

当然，并不是完全同步，必然会有一点点时滞。但是，时滞会控制在人无法察觉的程度之内。现在的动力外骨骼可以以每秒数千次的频率调整全身的关节，让使用者几乎察觉不到它的存在。这相当于让使用者拥有了另一个更有力的身体。

何时才能走入生活？

对动力外骨骼的研究由来已久。早在1960年，通用电气公司就开始了机械外骨骼的研究，但是当时他们开发的设备只有一只手。麻省理工学院也早从1978年就开始了研究，但是一直没有制成可以推向市场的产品。和民用产品相比，在预算相对宽松的军用领域，动力外骨骼发展得比较快一些。美国国防承包商雷神公司收购的一家叫做Sarcos的公司专门从事动力外骨骼的研发，他们开发的XOS看起来像是科幻片《星船伞兵》里的道具。XOS已经开始进入实地测试阶段，但是如果不能解决供电问题的话，前途依然很渺茫——它现有的电池只能供电40分钟，和洛克希德·马丁公司的HULC完全不能相比。不过，它的设计功能倒是要比HULC强一些。

但是显然，民用市场要比军用市场大得多，特别是在呼吁和平与发展的今天。另一个不可忽视的趋势也在拓宽动力外骨骼的市场，那就是全球面临的老龄化问题。日本东京农工大学开发的一种动力外骨骼瞄准老人这一市场，希望能够帮助老人完成一些体力劳动。与此类似的还有美国Exmovere Holdings公司开发的Chariot，这是一种电动轮椅、自动保持平

衡的两轮车Segway和动力外骨骼的结合体，人们可以站在或者坐在里面，只通过肌肉的细微运动就能达到和自行车差不多的速度。

可以说，现在动力外骨骼的技术已经较为成熟了，可以预见到价格将下调。如果不太苛求它的电池续航能力的话，也许近5年之内，我们就可以在市场上购买到这类产品——但如果要达到《特种部队》或者《钢铁侠》的水准，则要更长的时间。

变成超人

之所以还不能这样梦幻，是因为在上述两部电影中的动力外骨骼，不仅仅是助力系统，还有着令人非常着迷的控制方式。这两部电影中的装甲上都安装了一套可以直接用意识控制装甲的系统，这让使用者能够像指挥自己的身体一样控制那套钢铁战衣。这种控制方式是人们一直梦寐以求的，很遗憾的是，直到现在，人类对自己大脑的理解还依然相当浅薄，还没有办法直接“读出”大脑的想法。虽然有些研究人员通过脑电图、脑部核磁共振甚至在脑内嵌入芯片的方式，实现了简单的通过意识控制机械的功能，但是要真正实现意识控制，还只能是遥远的科幻。

即便如此，也不会降低动力外骨骼潜在的种种可能性。加装头盔式显示器，它可能会变成虚拟现实游戏机；加上无线上网模块，就变成一台移动上网设备；提高速度，可能会成为大众化个人交通工具；安装特定的软件，甚至可能让它变成健身器材。无论如何，动力外骨骼是一套专属的、个性化很强的机电系统，也是一台穿戴式的计算机。这就让它拥有了近乎无限的可能性，让它有机会成为和人类最亲近的科技产品——就像今天的手机一样。

而最好的地方在于，它看上去比手机酷多了。

繁殖的机器

1994年6月号的《科幻世界》上，曾经刊载了苏联科幻作家德聂帕罗夫的《蟹岛噩梦》。在这部短篇中，描述了一种机器螃蟹，它们可以利用太阳能来给自己提供电力，并且从周围环境中获取金属来制造更多的同类。在资源不足时，机器螃蟹们开始自相残杀，新制造出来的后代不停地变异。最后，它们进化成了一个庞大的怪物，孤独地徘徊在大海中的孤岛上。

这不是历史上第一部描写机器人的科幻作品——早在《列子·汤问篇》中，就有了“偃师造人”的记载——但是给我留下的印象却很深。这篇小说中的机器螃蟹是一种能够繁殖、能够进化的机器，它和生物之间的界限似乎开始变得模糊了。现在，这已经不仅仅是幻想了。

<u>救星</u>

克劳斯·拉克纳尔（Klaus Lackner），美国哥伦比亚大学地球工程中心的教授，18年前，他还在美国洛斯阿拉莫斯国家实验室工作。在他和他的朋友，美国威斯康星大学的粒子物理学家克里斯托弗·文特（Christopher Wendt）喝着啤酒聊天的时候，一个话题突然冒了出来：“怎样解决全球变暖问题？”

地球人都知道，这不是一件小事。他们打算把空气中的二氧化碳转变成碳酸钙——石灰石、汉白玉、白垩，都是这种东西。从空气中提取二氧化碳然后变成固体的工作量和所需要的资源都是惊人的，不能指望有人投资或者国家拨款，所以他们只好转而寻求其他办法。

例如，一个全自动的转化过程。假设一台机器。它能够复制自身。它可以把太阳能转化为所需的电能。它可以很容易地获得制造它的原料。这样如何？听起来很不错。机器数量将会以倍数递增，1台变成2台，2台变成4台，然后是8台、16台……这像是一个细胞一样不停地分裂，而无穷无尽的太阳能将会让它们不停地繁殖下去，直到被制止。

太阳能不是问题，而一台机器所需要的原料无非是铁、铜、铝、硅、碳这样的常见元素罢了，这些东西遍地都是，只要提取出来就行。只有一个问题：怎样让机器自我复制？

这个问题曾经难倒过笛卡尔（René Descartes），不过我们现在已经有了

答案。在20世纪40年代晚期，冯·诺依曼（John von Noumann）初步解决了这一问题。当时他在加利福尼亚州帕萨迪纳的海克森研讨班上作了一系列演讲，要解决的核心问题就是“机器要怎样才可以自我复制”？

冯·诺依曼认为，任何能够自我繁殖的系统，都应该同时具有两个基本功能。第一，它必须能够构建某一个组成元素和结构都与自己一致的下一代；第二，它需要能够把对自身的描述传递给下一代。他把这两个部分分别叫做“通用构造器”和“描述器”，而描述器又包括了一个“通用机器”，以及一些描述信息，这些信息需要保存在通用机器能够读取的介质上。

这样，只要有合适的原料，通用构造器就可以根据描述器的指示，生产出下一台机器，并且把描述的信息也传递给这台新机器。随后，新机器启动，再进入下一个循环。

这种思路被几年后的一项惊人发现所验证。1953年，詹姆士·沃森（James Watson）和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）发现DNA完全具备冯·诺依曼所提出的两个要求。而现在，我们虽然还没有设计出能够真正完全复制的机器，但是依照冯·诺依曼的思路进行自我复制的产品的确已经存在——电脑病毒就是其中最广为人知的一种。

克劳斯·拉克纳尔和克里斯托弗·文特打算按照冯·诺依曼的思路开展他们的工作。这个项目起名叫奥克松斯（Auxons），这是从希腊语的“auxein”借过来的，意为“成长”。他们给最初的原型机安装了高温熔炉用来获取需要的金属原料，并且打算把它扔到沙漠里去。在那里，奥克松斯可以获得大量的原料和能量，并且不会有人来打扰。

问题是，奥克松斯看起来还是有点过于精密了。它相当于将一条现代化的生产线全塞到一个小箱子里面去，用目前的技术水平来实现它，还是有些难度。不过它的创造者们信心十足，希望能够很快看到这种机器投入使用。想想它可能的用处吧：生产足够整个世界使用的电能、改善全球气候，甚至是改变大片区域的地貌，这些对于数亿个太阳能机器来说，完全不在话下。

这个项目并没有赢得所有人的叫好声。有人担心这种机器将会破坏沙漠地区的生态平衡，从而导致不可预测的结果。毕竟我们对于生于斯长于斯的这个星球了解得远远不够。结果会怎么样，现在还很难说。

《探索》杂志在1995年将奥克松斯评选为“能够改变世界的七个主意”之一。的确如此。无论是更好还是更坏，源源不断复制的机器，必将改变世界。

虚拟、现实和机器人

捷克作家卡雷尔·恰佩克在1920年写过一部科幻三幕剧，叫做《罗素姆万能机器人》。这是人们首次听到“机器人”（robot）这个词。近九十年过去了，机器人及其相关产品早已发展成一个庞大的产业。微软公司前董事长比尔·盖茨在2006年12月的《科学美国人》上撰文，声称机器人将会变成另一个像个人电脑一样普及的科技产品。

虽然比尔·盖茨作出了不少错误的预言，但是这次看起来还是比较靠谱的。家用卫生机器人已经不是什么稀罕东西了，最近还有一些企业推出了机器人厨师；小朋友们抱着会撒娇的机器恐龙，科技馆门口站着机器迎宾小姐；甚至还有人信誓旦旦地认定，到了2050年，和机器人结婚都不在话下。

除了这些以外，还有大量我们看不见的机器人在厂房里忙碌。日本是世界上工业机器人最多的国家，世界上一半的工业机器人都在日本。那些机器人和我们在卡通片中看到的不太一样——看起来只是一支机械手臂，没有表情丰富的脸和健美好看的身段。这些机器人日复一日地在生产线上焊接组装手机、电脑，以及……更多的机器人。也许很快，我们在家里也可以这么做了。

2008年7月，在切尔滕纳姆科学节上，英国巴斯大学的艾德里安·鲍耶（Adrian Bowyer）和新西兰科学家维克·奥利弗（Vik Oliver）公布了一个叫做“RepRap”的机器人。这台方方正正的机器看起来像一个鞋架，完全看不出我们梦想的那种机器人的影子。不过，它可以自我繁殖——虽然并不完全。

RepRap可以通过电脑的指令来制造实体的零件，然后由操作者手工装配。实际上，它的核心部件就是一个三维打印喷头，使用融化的塑料来制造零件，或者使用融化的低熔点合金来打印电路。因为并非所有的部件都可以用塑料或者这种合金来制作，因此一些零件不得不采用其他材质。这距离我们想象的那种自我复制机器人似乎有点远。

实际上，它所使用的三维打印机也并不是什么新东西。三维打印机的原

理和传统喷墨打印机很像，只不过它的喷头能够在水平和垂直两个方向上移动，从而塑造出三维形象。现在已经有了一些成熟的产品，但是价格却一直高高在上。

在这方面，RepRap有优势得多。这是由它的设计目的决定的。RepRap是为了改善那些落后国家和地区的现状而设计的，鲍耶希望这种产品的大规模应用能够为落后国家提供一些制造业的就业机会。只需要一个RepRap和足够多的标准零件，你就可以拥有无数个产品。然后，你就有了一条自己的生产线。

这个项目完全开放和免费，任何人都可以下载相关的使用说明书，使用它制造出来的产品也不需要支付任何版税。也许过不了多久，我们就可以自己在家里生产衣架和拖鞋这种小件产品，还可以多制造几个RepRap送给其他人。

或者还有另外一种可能。2005年5月11日，美国康奈尔大学的科学家们展示了几块方块。这些方块每个都是10厘米见方，外表看起来一模一样。把4个方块摞在一起，它就变成了一个非常简单的机器人。它会寻找附近的方块，然后拼成一个和它一模一样的家伙。设计者介绍说，每一个方块中都有一块芯片，里面存储着拼装的指令，并且通过控制方块表面的电磁铁来完成各种动作。

这种机器人的前景很不错。且想象由数十个或者数百个这种基本单位组成的机器人，当其中的某个单位坏掉的时候，可以很容易地替换。只要生产过程足够简单，这种机器人的成本会很低，而用途几乎是无穷无尽的。也许有一天，这种机器人会自己生产基本单位，然后一切都不用我们操心了。

微宇宙的上帝

想象一个很小的东西。大概有一根头发直径的七万分之一那么小。对了，那就是1纳米。1纳米是1米的十亿分之一，大概只有原子直径的10倍。在这样小的尺度上，人们打算制造些东西。这就是纳米技术。

1959年，诺贝尔奖获得者、物理学家理查德·费曼（Richard PhillipsFeynman），曾经作过一次名为“在物质底层有大量空间”的演讲。他预言，人类将可以把分子甚至原子做为基础原料，在最微观的空间构建物质。例如，把碳原子一个一个排列成钻石。毕竟世界是由原子

构成的。在理论上，纳米机器可以构建所有的物体。

费曼的预言很最终成真了。1991年，IBM公司的一个研发小组在一块镍板上，通过扫描隧道显微镜这种高倍率的放大工具，用35个氙原子拼出了“IBM”的字样。随后，工程师们又制造出了几个纳米大小的齿轮、剪刀、螺旋桨这类东西，但是却一直没有找到好的马达来驱动它们。

如果打算在这样小的尺度上制造机器，工程师就需要向生物学家取经了。生物学家在这方面有所突破，他们发现生物体内存在着天然的分子马达，生物体的一切定向运动都与它有关。而不同类别的分子马达也有不同之处，有的用两条“腿”迈步前进，有的还分成了“定子”和“转子”。有了这些东西，那些纳米级的零件就可以被驱动了。

对分子马达的控制现在已经有了一些进展，用分子马达驱动纳米级别的机器很快就会成为现实。但是以现在的技术水平，生产这样的机器成本实在太高，最好还是采用自我复制的方式。

纳米机器人的复制会容易一些。它们可以直接抓取合适的分子甚至是原子来构建一个新的自己，或者干脆利用DNA自我复制的特性，从一个很快变成数十亿个。无论是速度还是成本，都是其他制造工艺望尘莫及的。这些小家伙可以在人体内工作，通过杀灭病毒、病菌来治疗疾病，通过提高供氧量来改善体质，甚至延缓衰老治疗癌症，这些都可能实现。

被毁灭的人

可以自我复制的机器能带来前所未有的方便，但是它可能存在的问题也是显而易见的：如果自我复制失控了呢？

2004年，有一本叫做《运动学的自我复制机器》的书出版了。那本书封面上是一片草原，上面挤满了兔子。这个画面像是一个警告，在提醒我们无限繁殖会导致什么样的情况。

机器和兔子不同。兔子需要食物，需要排泄，需要自己的领地。当繁衍太多时，会因为生态的崩溃而大批死亡，最后重新恢复平衡。而机器不需要，当它的繁殖失去控制时，我们只能眼睁睁地看着它们吞噬所及的一切，而且每个周期都会增加一倍的数量。

对自我复制机器的担心由来已久，甚至出现了一个专有名词“灰雾”（Gray Goo），专门用来描述世界被不停复制的纳米机器吞噬的场

景——来自1986年埃里克·德雷克斯勒（Eric Drexler）的《造物引擎》一书。这种情形想来非常可怕，但是实际上并不太可能发生。

正如每一台机器上面都安装了一个开关一样，任何一台能够复制的机器必然也有一个停止复制的控制机制。在人体内，正常的细胞每分裂一次，线粒体的端粒就会缩短一次，当短于临界长度时，细胞就不再分裂，而会衰老死亡。计算机软件中往往也有这样的计数器程序，特别是在一些试用版软件中。同样的，对于自我复制的机器，也可以采用类似的技术来防止其无限制地复制下去。

科学家们并没有去回避危险，因为他们相信能够控制自己的造物。说起来，我们的一切科学成果，不都是走过了一条类似的道路吗？

思考的机器

访问Artificial Solutions公司网站的时候，你会认识一位新朋友。他叫弗兰克，擅长聊天，甚至可以说很健谈。如果你问他是否认识艾尔博特（Elbot），他就会有些骄傲地告诉你，那是他们公司一位工程师的智慧结晶，而且获得去年的勒布纳（Loebner）铜奖。这的确值得骄傲，毕竟还没有机器获得过比勒布纳铜奖更高的奖项。

是的，勒布纳奖是颁给那些最像人的机器的。去年在英国雷丁大学，艾尔博特和“他”的设计者弗莱德·罗伯茨（Fred Roberts）捧走了那块铜牌，铜牌的一面是这个奖项的创始人勒布纳，另一面是阿兰·图灵（Alan Turing）和他那篇著名论文的开头：“机器能思考吗？”

这个问题的答案是：能。

但是，今天还不行。

开启另一片光明

1748年，法国哲学家拉·梅特利（Julien Offroy De La Mettrie）匿名出版了一本叫做《人是机器》的书。他说：“我完全没有弄错，人的身体是一架钟表，不过这是一架巨大的、极其精细、极其巧妙的钟表。”[*]这本书特别提到了人类意识的问题，认为人类的意识本质是“无数的词语和形象在脑子里形成了无数痕迹”。

人是复杂机器的观点很普遍。在传说和神话中，制造有意识、能思考的机器的尝试出现得很早。《列子·汤问篇》中“偃师造人”的传说被潘海天、拉拉、长铗三位科幻作家以不同的方式演绎成了三部银河奖作品，其中大都没有忽略那个木偶会自动自发地眉目传情这个有趣的情节。

历史上许多人都曾经对这一难题投入了大量心力，其中包括诸多才华横溢、留名青史的人物，例如拜伦和雪莱。在这两位诗人的讨论中，雪莱的妻子玛丽·雪莱（Mary Shelley）写出了那本真正意义上的第一部科幻小说《弗兰肯斯坦》，而拜伦的女儿艾达·拜伦（Ada Byron）则投入到帮助查尔斯·巴贝吉（Charles Babbage）设计计算机器的工作当中，并且从提花机上得到了“程序”的灵感。巴贝吉的机械式计算机加快了计算的速度，而艾达也被尊为世界上第一位女程序员。

人们现在已经普遍认为，机器的确能够思考。科学家们把计算机和人都看做一个物理符号系统，而这样的系统都具有输入符号、输出符号、存储符号、复制符号、通过找出各符号间的关系建立符号结构，以及根据已有符号继续完成活动过程的6种功能，因此是可以相互模拟的。换言之，人的任何部分的行为，在给出了足够精确的描述之后，都能用计算机计算到任意精确的程度。这等于是说，人类大脑的活动机制在本质上是可以理解的——虽然我们直到目前还没办法完全理解它。

在电子计算机面世之前，人们就开始讨论电子计算机是否能够学会思考的问题。阿兰·图灵不仅提出了那个著名的问题，还设计了一套实验来帮助验证机器是否真的具有了思考能力。这套以聊天为主要操作方式的实验方案被称作“图灵测试”，勒布纳奖的优胜者就是按通过图灵测试的比例来决出的。

在1956年美国达特茅斯大学的一次会议上，“人工智能”（AI,Artificial Intelligence）这个名字终于诞生，此前的种种努力终于有了一个名字。随着计算机的广泛使用，人工智能已经发展成了巨大的领域，将通常认为是人类智能的行为都包括了进去，从下棋、证明、推理直到识别图画、理解自然语言、绘画和作曲。

人们想让计算机学会思考。

真实的我和虚幻的她

知道机器可以思考和让机器变得可以思考，这是两个问题，而且明显后者比前者要困难得多。人们一直不知道自己是怎样思考的，更不要提教会计算机思考了。

于是人们开始另辟蹊径。在1955年，艾伦·纽厄尔（Allen Newell）和赫伯特·西蒙（Herbert Alexander Simon）开发了一套叫做“逻辑理论家”的程序，现在普遍被认为是第一套人工智能程序。“逻辑理论家”把要解决的问题看成一棵树，而解决问题的办法就藏在某一根树枝上。程序会每次选择最靠近解决问题的那根树枝，逐次逼近，最终找到解决方案。又过了两年，纽厄尔和西蒙以及另一位人工智能领域的代表人物约翰·肖（John Cliff Shaw），开发了一个通用的问题求解程序。这套程序的概念与“逻辑理论家”一脉相承，而且将其扩展到其他领域当中。

这种人工智能设计的思路被称为“符号主义”。符号主义学派认为，可以

让计算机通过数理逻辑来分析、判断，最终解决问题。但是，经过了十年的发展，符号主义并没有如同人们想象中那般解决通用领域的问题，只是在一些特别领域得到了不错的成果，例如计算机博弈，例如专家系统。1997年战胜国际象棋冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）的“更深的蓝”，与其说是人工智能的胜利，不如说是计算机大量存储、飞速运算和算法的胜利。

然而，要让计算机能够回答一些在我们看来是现实世界中极为简单的小问题，却是极为困难的。为了做到“理解”，恐怕得用一种高度综合的方式把大量知识都考虑进去。最近麻省理工学院的一个工作组开始试图使用互联网上庞大的信息资源来构建一个“常识库”，希望计算机可以通过这个常识库来了解人类的语境，继而学会与人类沟通。他们将这个计划叫做“全球脑”，意即人类所有词汇及其含义的总汇。如果这个计划最终得以成功实施的话，使用自然语言和互联网交互也许就指日可待了。

灵魂被移植以后

“全球脑”计划的负责人之一是马文·明斯基（Marvin Minsky）。明斯基是人工智能领域的奠基人物之一，在1954年以一篇《神经网络和脑模型问题》的论文获得了博士学位。他一直试图采用人工神经元网络来构建人工智能，也就是说，在生物学的基础上，用计算机来模拟大脑的工作方式。这种思路被称为“连接主义”，人们试图在计算机上再现人类的大脑，然后期待它开始思考。

连接主义在20世纪的60、70年代曾经引发过一阵研究热潮。但是受到当时的理论和技术限制，在20世纪70年代末到80年代初曾经陷入低谷。现在连接主义的思潮又重新开始抬头，而它的核心概念之一的人工神经网络，已经成为机器学习领域中最为常用的模型之一。

2005年，瑞士洛桑理工学院和IBM公司一起启动了“蓝色大脑”计划。这个计划试图通过软件方式来重现人类的大脑，预计在2015年开发出一个虚拟的人脑来。与此同时，从事FACETS计划的欧洲科学家打算采用硬件的方式模拟大脑：在一块硅晶圆上构建人工神经细胞，然后将它们连起来。现在他们制造的原型已经有了384个神经细胞和彼此之间的10万个连接，并且预计建设一个包括20万个神经细胞和5000万个连接的大脑。虽然20万神经细胞大约只相当于蚂蚁的水准，但是它的传导速度将会比人快一千多倍。

阿兰图灵曾经说人的大脑是“一碗凉粥”，那么，也许会思考的计算机的大脑，将会是一块坚硬的石头。

探索者

1951年，威廉·格雷·瓦尔特（William Grey Walter）造了一个奇形怪状的机器。这台机器有一个透明外壳，会自己在地面上爬来爬去。快没电的时候，它会找到最近的电源插头给自己充电。40年之后，麻省理工学院的罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）造出了一台6条腿的机器虫，轰动了人工智能学界，成为人工智能行为主义学派的代表作。

行为主义学派也被称为“控制论学派”，其诞生可以追溯到20世纪40年代。诺伯特·维纳（Norbert Wiener）在1948年写成的《控制论》一书，开辟了这样一个新学科。控制论主要研究动物和机器的控制和通信问题，或者说，研究动态系统在不断变化的环境条件下，是如何保持平衡状态或稳定状态的。控制论关注信息传递与信息反馈，而这也是行为主义学派的关注重点。行为主义学派认为，智能来自于与周围环境的交互过程当中，它不需要知识，也不需要推理。它是在不断的试错当中逐渐学习进化而来的。

这种思路开始成为了人工智能发展的一个新方向。后来布鲁克斯创立了“iRobot”公司，生产的家用清洁机器人“Roomba”卖出了数百万个。这种机器人是一个在地上跑来跑去的圆盘，长得像一个超大号的中国象棋棋子。它会给自己充电，绕开障碍，以及把路过的地面打扫干净。现在美国军方开发的后勤补给机器人“大狗”采用的也是类似的思路，而我们也可以推断，钢铁侠的机械外骨骼的原理也差不多。

深渊上的火

FACETS计划的网页上有一幅图，是一棵悬在半空中的大树。那棵树枝繁叶茂，茁壮的根系向下延伸到空气之中。这是欧盟“未来和新兴技术”计划的标志，不过对于人工智能的发展也是一个相当好的隐喻。

侯世达（Douglas Richard Hofstadter）在他的《集异璧》中写道：“我们可以把现实世界中的思维过程比做一棵树，其可见部分坚实地长在地面之上，但却性命攸关地依赖于在地下四处延伸、看不见的根系。根使它稳定并提供给它营养。在这里，根象征着那些复杂过程，这是一些发生在大脑的意识层次之下的过程——其影响遍布我们自己觉察不到的思维

方式中。”* *

那么，当我们自己都无法察觉到的时候，该怎样让计算机学会我们的思考方式？

也许让机器自己学会思考会是更可行的方向。毕竟在本质上，人和计算机像是两个极端：一个是精确的、高速的、相互一致的，而另一个是模糊的、缓慢的和相互矛盾的。也许让计算机来模拟人类的思考方式，并不是一个好办法。这就像打字机并没有模拟人类的书写动作一样。

这就是为什么现在的研究者们不再把智能用程序编入计算机中的原因。他们更倾向于搭建一个环境，让程序间可以自己交流和互动，并且希望能在这种互动中产生智能。

2000年成立的人工智能奇点协会就对“种子人工智能”更感兴趣。他们正在开发出一个可以学习和成长的程序，把它扔到一个广阔的环境里，然后静观其变。对于这样睁大了好奇的眼睛渴望学习的人工智能种子来说，还有什么比互联网更好的环境呢？正如可能是在“原初汤”里诞生了生命的最初萌芽一样，也许互联网会成为人工智能最初的“汤”。

这样，当计算机真的学会了思考的时候，可能和我们想象中的人工智能、特别是科幻小说中谈到的那种截然不同。我们甚至可能完全不能理解它，正如蚯蚓和蚂蚁不能理解人一样。

这可能会是一件好事，也可能刚好相反。我们只是知道，人工智能的光芒就在那里，在前方。

那么，要为了追寻那样一个希望的火种，而让自己落入深渊吗？有可能。

巨变瞬间

在阿瑟·克拉克（Arthur Charles Clarke）的经典作品《2001：太空漫游》中，宇航员包曼（Borman）杀了他的伙伴，具有人工智能的电脑哈尔9000（HAL9000）。他没有别的选择，哈尔9000杀死了包曼的4位同事，并且试图连他也一起干掉。最终，他不得不亲手毁灭了这台机器的所有记忆。

类似的故事，我们已经听得太多。也许是人类对创造总有根深蒂固的渴望，而同时又深深地惧怕自己的造物吧。从《终结者》到《黑客帝国》等众多作品，无不充满了这样纠结挣扎的戏码。这些故事中人类的对

手，都是人类有史以来创造的最伟大的工具，而故事的开端，都来自一台开始思考的机器。

怎样想象一台机器真的开始思考的世界？它的速度将比我们快得多，它几乎无所不知，而且可以控制我们生活中的一切。这是个美好的未来吗？

侯世达写过一篇《巴赫般的声音》（Sounds Like Bach），描述了他听到一个智能谱曲程序模仿巴赫谱出的曲子时的震撼。他在那篇文章的结尾这样写道："当意识到人脑千亿个神经元、将近亿亿个突触连接中所蕴含的全部'计算能力'能被几块尖端水平的芯片超过，而产生有史以来最强大的'艺术大爆发'只需要一块纳米级别的电路板——全部这一切一切，不劳费神，全来自于一件没有知觉、视觉、听觉、味觉，不曾活过、死过、奋斗过、痛苦过、成长过、思念过，不曾歌唱过、舞蹈过、搏斗过、亲吻过、期望过、害怕过、胜利过、失败过、哭泣过、欢笑过、爱过、渴望过、关怀过的个体。"[* * *]

我不知道能不能有机会去体会那种震撼。然而，当能思考、会推理，以及拥有自我意识的人工智能真的实现的时候，它带来的冲击和震撼必然会比一个模拟作曲程序强烈得多。当大自然在数十亿年的造化中制造出的最精密最复杂的生命被人工生命在短短几十年中迅速超过的时候，当计算机在人类一直以来唯一一项引以为豪的能力——创造上超过了人类的时候……我们又该何去何从？

---

[*] 引自《人是机器》，〔法〕拉·梅特利著，顾寿观译。

[* *] 引自《集异璧》，〔美〕侯世达著，郭维德艾译。

[* * *] 引自《巴赫般的声音》（Sounds Like Bach），〔美〕侯世达著，Jigod Jiang译。

思考的力量

斯蒂芬·霍金（Stephen William Hawking）瘫坐在轮椅上，脸上挂着他那著名的神秘微笑。在我第一次读他的《时间简史》时，他还有三根手指能够活动；但是当几年后我再买到精装本《果壳中的宇宙》时，他只能靠一只手指，将脑中奔流不休的思绪缓缓敲在一块小键盘上。而几乎可以确定，在未来的某一天，这位把人迹罕至的理论物理学界的成就和通常仅为影星和摇滚歌星保留的盛名集于一身的老人，只能将他深邃的思考永远禁锢在一具瘫软无力的肉体当中。

除非，我们能从这颗天才的头颅中，将无形的思考，转换成一个更加清晰的世界，让潜水钟般沉重身体里的思绪，能够像蝴蝶一样轻盈地自由飞翔。

幸运的是，随着脑机接口的发展，这并非绝不可能。

<u>进化</u>

“更高、更快、更强”，这不仅是奥林匹克运动会的口号，也是人类文明进步的方式。机械工具延伸了人的手，交通工具延伸了人的脚，互联网和通信产品延伸了人的耳和嘴甚至大脑。但软弱的肉体和大脑对神经、肌肉的依赖，数千年来总让人们无计可施。

直到1924年，人类的面前出现了一道曙光，得以一窥大脑的奥秘。这一年7月的一个傍晚，德国医生汉斯·贝格尔（Hans Berger）第一次从颅骨受损的病人头部测到了极为微弱的电流。在经过近5年的漫长实验后，他终于确认了这种神秘的电流的确来自于脑部活动，并且给自己发明的这种测量方法命名为脑电图（EEG,electroencephalogram）。他从1000多张脑电记录中发现了脑电的部分规律，并且将人们清醒并闭眼时的脑电波定义为阿尔法（α），而将睁开眼睛时的脑电波定义为贝塔（β）。

随后的几十年，人们又找到了其他一些频率的脑电波，并且把它们和大脑的状态对应起来：熟睡时的德尔塔（δ），困倦、冥想或被催眠时的西塔（θ），进行复杂的思想活动或者情绪波动时的伽玛（γ），以及只能在掌管运动的区域探知到的缪（μ）。脑电图开始逐渐成为脑部诊断的必备工具，意识的生理基础不再是一个需要争论的哲学命题。

然而贝格尔医生没有等到EEG大放异彩的那天。在他逝世的时候，电子

计算机还没有被发明出来。当电脑和人脑联合时将会必然发生的巨变，怕是连贝格尔医生自己，也从来未曾想到。

20世纪70年代，在美国国防部的国防先进技术研究署（DARPA）资助下，加利福尼亚大学洛杉矶分校开始尝试利用EEG，不借助肌肉和神经组织，而将人类思考的结果直接通过计算机来输出——让思考可以直接被看到，让大脑可以直接控制机械，让肉体的羁绊消失于无形。

直到这时，脑机接口（BCI）这个词才首次出现在科学文献中。伴随这个词出现的，是人们对于大脑活动越来越深入的理解。1978年，人们发现猴子可以在训练后，快速学会自由地控制初级运动皮层中单个神经元的放电频率；1989年，美国约翰·霍普金斯大学的科学家发现恒河猴手臂运动方向和大脑运动皮层中单个神经元放电模式的关系；而到了20世纪90年代，一些研究人员已经能够实时捕捉运动皮层中的复杂神经信号，并且用来控制外部设备。机械义肢可能变得和原生肢体一样容易使用，人类在进化的漫长道路上看到了一种全新的可能性：人和机械，可以作为一个生命的不同组成部分而共存。

童年的结束

脑电图在头皮外测量，电极仅仅用于接收信号，这是它最大的优势，不会对监控的大脑造成任何可能的损伤。而它的缺点也同样明显：在头皮外接收到的电信号不仅微弱，而且多个脑区的活动信号会叠加在一起，最终形成看起来十分混乱的波形。

幸好这些缺点可以部分克服。微弱的电信号可以放大，而波形的分离早在19世纪就已经由法国数学家傅立叶（Jean Baptiste Joseph Fourier）解决。现在我们只需要解决脑电波和大脑思考行为的对应关系就行。

但是，这却是最大的难点。大脑中有超过140亿个神经元和超过1000亿的神经元连接，而且由于大脑惊人的适应性，对一个人来说某种行为对应的神经元活动，可能在另一个人身上就完全换了另一组完全不同的神经元。实在很难找到一个共通的模式，可以轻松地让大脑活动变成电脑屏幕上跳跃的文字或者图标。研究人员们现在只能通过探寻一些粗略的模式来进行分析，这样的模式避免不了误判的可能。

现在，基于EEG的脑机接口主要集中在两个方向：诱发的信号和自发的信号。当某个异常事件发生后的300毫秒左右，将会检测出一个被叫做

P300的电波峰值；当眼睛受到光或图像刺激后，视觉皮层将会产生视觉诱发电位。这两类信号可以通过诱发产生，而且判断准确率较高，但是缺点是需要外界刺激，并且依赖人体本身的某些知觉才能工作。而另外一些自发电位，例如当肢体运动或者是想象其运动时产生的事件相关同步电位、可以自主控制的皮层慢电位，以及自发的阿尔法及贝塔等脑电信号虽然不需要外界刺激，但是需要大量的特殊训练和适应过程。毕竟，世间安得两全法，鱼与熊掌，永难兼得。

基于EEG脑机接口进展得举步维艰，人们不得不另辟蹊径。功能性核磁共振成像（fMRI,functional Magnetic Resonance Imaging）设备，这种经常摆在医院里的巨大工具，成了科学家们盯上的下一个目标。功能性核磁共振可以用于查看大脑中不同脑区的血液流动情况——一般来说，思维活跃区域的血液流量就会相应增加。这样，通过监测不同区域的血液流动情况，和之前取得的图像进行对比，就可以判断被监控者的思维活动。2006年，日本国际电气通信基础技术研究所和本田研究所两家机构采用这种技术，开发出可以控制机械手的脑机接口，控制的延时只有几秒钟。和脑电相比，功能性核磁共振有更多的优势，但是现在这类设备的体积实在太大，现在还不能指望它能够变成一顶头盔戴在头上。

而且，更精确的思考，不会存在于头皮之外，只能从头颅内部去寻找。

在脑中植入电极的设想，几十年前看起来还像是个笑话，而现在人们已经开始认真地考虑其可行性了。通过一系列动物实验，科学家们开始小范围地尝试在人脑中植入电极。这样做的好处显而易见：减少其他脑区活动产生的电波干扰，精确定位电信号的出处。

2004年6月，美国马萨诸塞州福克斯堡的“赛博动力学”公司（Cyberkinetics）为一位24岁的四肢瘫痪者马特·内格尔（Matt Nagle）脑中植入了一枚芯片。这枚被叫做“脑门”（BrainGate）的芯片只有药片大小。医生为马特做了一个开颅手术，把“脑门”放在大脑表面。在经过9个月的练习之后，马特可以仅凭思考来收发电子邮件、控制一个机械手臂，甚至可以玩电脑游戏。“脑门”有96个电极，可以探测1000多个神经元细胞的活动。它将这些神经元的活动发送出来，通过电脑的分析和处理，让马特获得了更好的生活质量。

2008年，美国匹兹堡大学的一项研究成果发表在《自然》杂志上。他们的一个研究小组将微电极阵列植入恒河猴大脑的运动区，采集多个神经

元的放电信号，并且通过计算机转换成电动假肢的控制命令。经过一段时间的训练之后，猴子学会了直接用大脑控制假肢运动，对抓取力度和假肢运动轨迹的控制达到了很高的准确度，几乎把机械假肢当成了自己的另一条手臂。

然而，这种方式有很明显的风险。即使是最乐观的人也会谨慎地看待这种植入大脑的芯片，将它可能带来的利益和生命安全放到天平的两端时，孰轻孰重一望可知。大脑，这一标志着地球上生物的智慧顶端的物体，并不适合随便对其动手动脚。

毕竟大脑是一个太过于复杂的存在，以至于有人曾经写下一个关于大脑的悖论："如果人类的大脑简单得能够让人理解，那么人将愚蠢得不能理解自己的大脑。"然而，随着技术的发展，我们并非没有可能打破这一悖论。如果将"了解自己"作为成为成年人的标志，那么在机器的帮助下，人类这个种族自身，也许快要迎来童年结束的那一天。

被毁灭的人

现今的世界上已经有超过10万人植入了人工耳蜗。这是一种大小和助听器类似的小型电子设备，可以将收集到的声音信号变成电信号，直接刺激人的听觉神经，从而让失聪的人们能够听到声音。视觉重建的研究也在进行当中，它们可能会在将来帮助那些眼球受损的病患获得视觉。虽然在目前的技术条件下，电子眼无论是视力还是颜色都不能和真正的人眼相提并论，但和完全失明相比，这无疑是一个比较好的选择。而在更加复杂的思维直接控制方面，人们走得还不够远。

2009年4月，美国威斯康星州立大学麦迪逊分校的亚当·威尔逊（Adam Wilson）戴着一顶连着电线的红帽子，只用脑电波控制，在网上写了几条微博。屏幕上的字母阵列来回闪动，看起来像是几十年之前的古老游戏。他盯着屏幕，直到屏幕上一个个字母跳出来："我在用大脑拼写。"虽然速度很慢，每分钟只能写大概10个字母，已算是不错的开端。澳大利亚和美国的几家公司也已经开发出基于EEG的脑机接口头盔，往往安装了16个以上的接收电极。使用者在经过短暂的训练后，可以用它来控制轮椅或者玩一些简单的游戏。

即便速度缓慢、功能单一，但是对于那些因为意外、战争或者疾病而失去肢体活动能力的人，通过脑机接口控制的义肢可能是最有希望让他们和正常人一样生活的工具。几乎可以确信，使用脑机接口的义肢已然为

期不远，我们即将拥有必将在各个方面都超过原生肢体的义肢。碳纤维、钛合金、意识控制，接下来每个人都会想到诸如《终结者》、《攻壳机动队》、《钢铁侠》或者《新世纪福音战士》中的场景。当这种期望成为现实，人们又将如何面对？

在2008年的北京奥运会上，南非短跑运动员“刀锋战士”奥斯卡·皮斯托留斯（Oscar Pistorius）没能通过400米比赛的预选。起初奥委会认为他的假肢与其他正常运动员相比有着特殊的优势而禁止他参加预选，这一新闻登上了各大媒体的头版头条。奥斯卡的假肢没有任何控制功能，仅是在性能上超过人类天生的肢体，就已经引起如此轩然大波，那么当更快更强、更容易控制的人工肢体可以随意安装和组合时，必然会将争论的方向引导到那个古老的哲学命题上：人是什么？怎样定义“人”？

然而，哲学和伦理上的争论最多只能暂缓科学的脚步，但却永远无法阻止人类的好奇心和文明发展的进程。

纪元的终结

“他小心翼翼地把黑色毛线吸汗带系在额头上，以免弄乱了平坦的仙台皮肤带。他盯着膝上的控制板，但并没有真正看它……

……

他正在什么地方的一间刷成白色的阁楼里大笑，远方的手指抚摸着控制板，宽慰的眼泪从脸上流了下来。”＊＊＊＊

威廉·吉布森（William Gibson）的《神经浪游者》，一直被认为是赛博朋克的开山之作。这本书不仅是历史上唯一一本获得星云、雨果，以及菲利普·狄克三项世界科幻界最高奖的科幻作品，而且看起来相当精确地描述了人的发展趋势。今天的科技必然会过时，迟早有那么一天，我们不再需要天生的身体，而只需要一个健全的大脑。也许，脑机接口将会是我们现在身处的这个信息时代的星星之火，将会终结人类作为一个自然进化物种的漫长纪元。

＊＊＊＊引自《神经浪游者》，〔美〕威廉·吉布森著，雷丽敏译。

你会讨厌机器人吗？

2009年《探索》杂志评出来的12种最酷的机器人当中，符合人们概念中“机器人”形象的几乎没有。只有一个看起来像是一张没有皮肤的大脸和一套骨架组合在一起的、能够表现出一些表情的“KOBIAN”，还算是和人们想象中的机器人形象贴边。剩下的样子五花八门，居然还有一个外形看起来和无线路由器差不多。这些机器人现在都在试验阶段，未来几年其中有些会用于工业用途，有些会用于军事用途，有些将会用于科研和医学，还有一些——比方说一条机器鲤鱼——将会帮助人们监控下水道和水体中的污染情况。

就在今天，工厂中已经使用大量机器人来取代过去的人工，Roomba这种像个特大号象棋子的清洁机器人已经开始在家里满地乱跑，烹饪机器人已即将走进厨房，一种叫做“蜘蛛药丸”的机器人很可能会在未来不久就在人体内游荡，帮助发现早期结肠癌的症状——不管你喜欢还是讨厌，机器人已经开始慢慢走来了。

这些机器人大都长得和人不像，这并不怎么令人意外。把机器人做成人类的样子更多是出于情感和审美上的需求，而非基于效率上的考虑。这和汽车用几个轮子来前进，而并不会伸出几条小腿迅速奔跑的原因类似。然而，科幻电影中的机器人却总是以人类的形象出现。只要随便看几部描写机器人的科幻作品，我们就会发现里面的机器人大体上分成两类：一类非常像人，以加州前壮汉州长和众多美女为代表；另一类则完全不像人，以《星球大战》中那个长得像垃圾筒的R2-D2为代表，但是却具备某些人格特征。这些都没关系，人们对这两类机器人的喜欢程度差不多。然而，当加州前州长的头皮伤口下闪耀着金属的光泽，眼眶里的金属眼球亮起红光时，还是不免会让人觉得有些发冷。

有点相似的是在斯皮尔伯格（Steven Allan Spielberg）那部《人工智能》中，大帅哥裘德·洛（Jude Law）扮演的那位机器人舞男。它有着光滑的皮肤、无瑕的容貌和精确到一丝不苟的发型，然而却似乎带着塑料般的质感，感觉总是有些怪异，就像是那些诡异、精致的洋娃娃一样。

有些人会觉得那些做工精致的洋娃娃，特别是瓷娃娃，隐隐散发着一种鬼魅般的味道。这可能并不是错觉，无论是东方还是西方，人们都非常

一致地有着同样的印象。日本的机器人专家森井弘（Masahiro Mori）在20世纪70年代提出了一种“恐怖谷”（Uncanny Valley）理论，试图解释这种现象。他认为，人们会对相似于自己的物体产生好感，和自己越像，这种好感就会越强。然而，在这种相似程度到达某一个临界点之后，人们对那个相似物体的情绪反应就会急转直下，从不喜欢到讨厌甚至是恐惧。

这一理论可能可以解释为什么米老鼠流行了近一个世纪，而它的原型却被扣上了“人人喊打”的大帽子。具有人类语言能力，能够直立行走，位置较低的、在脸部比例较大的眼睛，会让人们在潜意识中将之与人类的幼儿联系在一起，从而对其产生好感。当这样的物体越像人，人们就会越喜欢它，直到它“太过于像人”为止。

森井弘画了一张图来描述这一理论。当某个物体可以活动时，它与人的相似程度越高，人们就会越喜欢它，但是越过临界点之后随之而来的厌恶感也会远远超过那些不会动的人形物体。想象一下《生化危机》、《光晕3》或者大行其道的僵尸电影，想象一下，如果一波波汹涌而来的不是缺胳膊少腿、流着腐烂内脏的尸体而是英姿勃发装备齐全的步兵战士，这些游戏和电影的恐怖程度必然会大打折扣。

这也许是因为，那些“足够像人”的人形物体反而会将不像人的部分细节放大，从而让人们下意识地联想到失去生命的人。僵尸无疑是这类物体的代表：他们没有生命，却还能活动。现在有些机器人就刚好待在恐怖谷底，要爬出来并不容易——也许需要更久的时间，直到人们能够制造出更仿真的皮肤和给机器人装上更多更小的驱动马达。

应用中所需要的机器人并不一定都得像俊男靓女或者米老鼠。在对效率的要求下，大多数机器人都和“漂亮”这个词没太大关系，持有者关注的还是它们的内涵。但是人们开始发现，即使机器人像一个傻头傻脑的大铁块，也并不保证它一定招人喜欢。

当一台在病房之间传送药物的机器人开始工作时，研究人员收集了住院病人对这台叫做TUG的大铁块的看法。看法很极端，一部分人很喜欢它，另一部分人很讨厌它，甚至还有人威胁要照着它的摄像头狠狠来上一脚。这一现象已经不能用恐怖谷理论来解释了，TUG离恐怖谷太远，远得几乎看不见。

一个比较合理的解释，是人们对看起来有智能的对象会表现出一点感情

色彩。你可能不会对一个电灯开关关心备至，但是有时候你会忍不住把你的电脑拟人化。我们都看过有人对着自己的计算机大吼，好像这样就可以让它运行得更快一点，或者把不知道存在哪里的文件自动找出来一样。

然而，机器人和电脑一样都是电路脑袋，其行为并不会因为对它大吼而有所改变。卡耐基梅隆大学和乔治亚理工学院的两项研究表明，人们会一厢情愿地将情感投射到机器人身上，期盼它们的行为像人类一样。这无疑是个现在还没有办法达到的目标，如果把机器人当成人来看待，最后受伤的总是人们自己。

当然，这也指出了机器人研究的一个新方向，即如何设计出符合人类行为准则的机器人。也许几年后的机器人就将不会在你打电话的时候唱着歌跑进来，然后开始开足马力欢快响亮地打扫房间。拥有识别能力的机器人会更有趣、更招人喜欢，然而几乎可以肯定，人们将会更频繁地把这样的机器人错认为拥有智能，而在它们做错了某件事的时候更加生气。这简直是个解不开的死结嘛。





$$\left\lfloor \left(\Gamma \left(2^{-1} \right) \right)^2 \right\rfloor$$

网聚万物的力量

大概在十几年前，“网聚人的力量”还是一句很不错的广告词，如今看来，它有点过时了。现在人们正在尝试把所有东西都连接成一个网络，让世界上的一切都可以通过网络来访问和控制——如果可以控制的话。最近惠普实验室提出了“地球中枢神经系统”计划（CeNES,Central Nervous System for the Earth），打算用微型传感器覆盖地球表面，就像我们的身体被各种各样的神经感受器覆盖一样。这可以看成是在日渐升温的“物联网”战场中的一支新生力军，但是惠普不是第一个，也不会是最后一个对这块大蛋糕虎视眈眈的觊觎者。

物联网，Internet of Things，是近几年最吸引人的概念之一，是个只有在这个时代才会出现的庞大计划。它借用了互联网的概念，计划将世界上的一切都连接在一起，可以监视，可以控制。我们可以将之视为比“云计算”更大的另一片云，而且不仅包含了数据，还包含了大量可以控制的工具。处于这样的云里，无论人们置身何处，只要权限允许，就可在任何地方得知任何信息，无论温度、湿度、环境指数甚至某个人的心跳体温。人们可以对任何物体发号施令，从家里的微波炉到一万公里之外的一盏台灯。世界上一切信息都可以被人们所获得，一切电子工具都可以连接在一起，通过任何可以访问网络的设备来控制。不少企业对物联网寄予厚望，甚至有人引用IBM前任CEO郭士纳（Louis Gerstner）的话来试图证明，物联网是我们的下一代革命性的计算模式，就如同15年前的互联网、30年前的个人计算机一样。

不难看出，物联网的概念是“信息无处不在”思路的一种扩展。在一个完善的物联网系统中，有着近乎无限的可能。护林员可以坐在千里之外的自己家里看到哪里的树木被砍伐，哪里燃起了山火。消防员可以不再等待求救电话，城市里任何区域的温度异常都会显示在他们的手机屏幕上。当病人感觉身体有恙时也不用再拨打电话，因为医院已经同步得知病人的身体状况，并且已经派出了携带对症药品和器械的救护车。当我们下班时可以给家里的热水器打个电话让它准备好洗澡水，顺便告诉炉子给昨天的炖菜保温；当我们把车开进车库时，汽车可能会告诉房间亮起灯，然后告诉浴室的显示器准备播放昨晚录下的新剧集。

这看起来有点像科幻小说中的场景，但是仅仅在30年前，互联网看起来也是同样的科幻。拜无线射频识别、传感器网络和无线通信技术的发展所赐，我们和物联网之间的一道道鸿沟，都会被逐渐抹平。

无线射频识别（Radio Frequency Identification）技术以其缩写RFID广为人知，许多企业都把它视为明日之星。作为条形码和二维码之类传统识别方式的替代产品，RFID具有很多优势，它可以存储大量信息，可以远距离读取，以及可以做成几乎任何形状和大小。RFID的信息被存储在一块微小的芯片之中，加上天线之后，它就成为了一个标签（tag）。它可以不带电源，仅靠进入读写器磁场范围内的天线产生的感应电流就可以工作。

现在RFID已经随处可见，无论是公交一卡通还是二代身份证，本质上都是一个RFID标签。但是在更多领域的更多应用还是受到一些限制——RFID的价格是让大多数潜在使用者望而却步的主要理由。虽然现在RFID芯片已经降到了1美分1个，但是RFID标签的价格还不能为人们所接受。毕竟RFID的竞争对象是条形码和二维码，而这两者的成本几乎为零。不过价格在技术面前，从来不是问题，当每一个物体都有了自己的电子身份证，我们便可以牢牢地将其掌控在自己手中。虽无线，然尽在掌握。

当RFID的思路遇见传感器，能够发挥的作用将不仅仅是一加一等于二那样简单。监视周围的环境，并且将之通过无线方式传输出去，我们就拥有了又一只眼睛。我们已经可以制造出体积微小、耗电量微乎其微的传感器，它们能够识别附近的光亮、温度、湿度、运动乃至加速度和其他更多状况。革命性的iPhone成为了可以任由人们发挥创意的软件乐园，而它不过只用了寥寥几种传感器而已。而当这些传感器通过无线方式连接成一个网络，我们将会得到不可想象的大量数据。

在《007：皇家赌场》中，詹姆士·邦德的手臂上置入的那个微型设备看起来像是传感器网络的终端，它可以通信、可以检测身体状况。当然，在现实生活中，这种东西现在还没有用在人身上，但是在未来几年有望于用在奶牛身上。当世界上的任何桥梁、汽车、飞机、房屋、电子设备乃至家用电器上都安装了这样的东西的时候，它们将会组成一个庞大的网络，其规模将会是现在互联网的数十倍。就像最近的电影《豚鼠特工队》中所描述的那样：我们将知道一切，我们能连接一切，然后我们控

制一切。这个在美梦中才会出现的世界，就是物联网的未来。

不过，这是一个比较遥远的未来。现在国内正在热炒的物联网概念，大部分还集中于RFID的应用领域——这并不完整，在物联网的庞大计划表上，只能算是很初级的阶段。然而，这毕竟算是个开始，毕竟物联网还涉及到太多的技术、标准、商业和法律问题，现在刚开始就打算一步跨入物联网时代，还有些为时过早。

在2009年11月20日闭幕的无线技术世界暨物联网国际高峰会议上，欧盟网络企业和RFID司的物联网业务总监彼得·弗莱斯（Peter Friess）预计，物联网会在2015年到2020年间开始广泛应用，但短期内很难明显看到对经济的刺激效果。庞大的规模是物联网的必然基础，而庞大规模的前提又是其商业上的可行性。

网聚万物的那天会到来。但是现在，还是让我们心怀憧憬，让我们等待。

微小的计算者

“10年前，我们还认为在没有电力的情况下运行程序只是科幻。”麻省理工学院阿默斯特校区的凯文·付（Kavin Fu）说。现在他和他的同事们打算给RFID芯片加上单片机，让这种小小的标签可以成为一个微型运算器——虽然目前只有一些预先设计好的功能。

然而同样在10年前，谈到RFID的时候，绝大多数人还必然一头雾水地问：“那是什么啊？”

这是极有可能改变世界的一项发明。现在我们已经随处可见RFID技术，从公交卡到超市的仓库，甚至可能很快在衣服和鞋子里发现这种小东西。现在的微电子技术已经让这种过去只能用在战机上的技术藏在我们的钱包里，而现在麻省理工学院和英特尔公司居然还要让它执行运算。

70年前，英国发明了敌我识别系统，安装在战斗机上。这套系统建立在一个“标签”的基础上，标签通过天线发射一个经过编码的信号，然后用读写器对其接收并进行判断，从而判断附近战机的敌我身份。当时，这种安装在战斗机上的庞大机械是不可能用在生活中的——直到超大规模集成电路出现，这件事才变为可能。

现在我们谈到的RFID和敌我识别系统的原理十分相似，都是依靠电磁波来传递信息。而与条形码或者二维码这样的传统识别技术比起来，它具有相当大的性能优势。有些RFID标签可以在10米距离读取，能够隔着包装物读出数据，存储量可达到传统条形码的10万倍以上，可以同时识别数百个物体，并且可以对传输的数据进行加密。这些优势，让它具备了取代条形码的可能。这也是为什么沃尔玛这样的大型超市会对RFID技术尤为着迷——它可以自动操作，从而节省大量的人工成本和时间成本。在这样的用户推动下，RFID在近十年中迅速成长为一个巨大的产业。

现在，日常使用的RFID标签中，芯片的大小只在1平方毫米之内，却包含了大量元器件。占据公交卡大部分面积的，是和芯片连接的天线。当标签进入读写器发出的磁场内，天线中将会产生感应电流，芯片中的整流放大装置会把天线传来的电流转为芯片需要的能量，并且借助这些能

量将芯片中储存的数据通过天线以电磁波的方式发送出去，被读写器所接收。它的供电原理有点像是变压器，而剩下的部分就和IC卡一样了。所以我们可以看出，RFID系统实际上是一个小型的无线通信系统。在传统的应用中，RFID芯片被写入数据，然后等着被读出就好，但是对于一些研究者来说，这还不够。

凯文·付和他的同事们计划基于英特尔的一个无线项目来开展他们的工作。英特尔在西雅图研发中心研发的这个项目叫做“无线识别和传感平台”，简称WISP。双方合作制造的新型RFID芯片预装了16位单片机，32KB程序空间，以及8KB的存储容量。这样的技术数据让这种新芯片看起来像是古老时代的产物，但是考虑到它的微小体积，我们也不能要求太多。

在这个项目中，最初的挑战是它能够运行的程序。显而易见，计算能力和存储空间不得不受到非常严格的限制。给这块小芯片撰写程序的软件工程师说，他们不得不在20世纪70年代的程序写法中寻找灵感——那个时代，省一个字节的存储空间都意味着省一大笔钱。

然而最大的挑战是时有时无的电力。为了让断电时计算数据不至于丢失，他们需要在停电时也能保存数据的存储设备——就像U盘的闪存一样。闪存非常耗电，对于这种只能通过磁场来获得微弱电力的产品来说，读出闪存中的数据就像是直接飞向一个巨大的黑洞。

所以研究者们换了一条路来绕过这个问题。他们将数据加密，然后传回读写机。“这种解决方式非常聪明。”约书亚·史密斯（Joshua Smith）如是评价是英特尔西雅图研究中心的重要研究人员，现在主要领导无线识别和传感平台，同时还领导着无线供电项目和机器人项目的研发。他认为这样可以有效解决电力供应不稳的问题，虽然这意味着每次数据传输都需要加密才行。

研究者们把这种新型的RFID称做CRFID，即“可计算无线射频识别”。虽然对这种新型工具的用途还不明了，但是我们可以想到很多应用模式。比如说，用以保存一些加密或者解密算法，这样可以让我们的护照、公交卡或者食堂饭卡更加安全。这也可能再催生出安装了传感器的RFID，可以直接把各种数据处理后发送给读写器。根据摩尔定律，18个月后，我们就会拥有计算能力强大一倍的CRFID，也许可以支持更多的应用。

按照这种趋势进行下去的话，迟早有一天，每个人的身上都会拥有数不清的微小计算者，对主人的一举一动了如指掌，同时抓住一切机会把其动向汇报给电脑。这幅场景我不大喜欢——看起来像是那些最悲观的科幻小说里描述的未来，然而最可怕的，是它很有可能成为我们真正要经历的生活。

拖车上的高密度运算

2009年12月初，美国加州大学圣地亚哥分校发布了一份调查报告，列出在2008年美国人消费的数据量。这份报告显示，每个美国人平均每天消费34GB数据，且其中大部分是以数字形式传递和存储的。Gartner咨询公司认为，世界上的数据存储量以每年40%以上的速度递增，同时也带来了对计算能力的巨大需求。然而，更好的计算能力和更大的存储量往往会演变成高度复杂和高能耗的噩梦。最近引起热烈讨论的便携模块化数据中心（Portable Modular Data Centre），也许可以在开支和成本之间找到更好的平衡。

在十几年前，当企业需要计算能力和网络服务时，往往会建设一个机房，通过独立的服务器来处理计算需求，完成数据传输的任务，并且将业务集中处理，以此来提升管理能力。随着需求的增加，独立的服务器被安装了多部服务器的机柜取代，机柜又会逐步增设，排列成行。同时，对这些机柜安全性和稳定性的要求又将进一步提高，更多的网络设备、线路和制冷设备也会纷纷安装。如今的服务器正向着体积更小而密度更高的方向发展，同时带来了更多的发热量——当每个机柜能耗超过15千瓦时，就需要引入水冷设备来降温，其复杂程度远非空气制冷所能比拟。能够提供更多服务和更强大性能的数据中心一般都需要相当精细的规划，从设计到投入使用往往需要一年以上的时间，以及可能上亿元的投资。

所以，数据中心的能耗和复杂性往往很惊人。IBM在瑞士建设的数据中心使用水冷却系统，加热后的水可以供应一个室外游泳池的需要；谷歌甚至申请了一项海面下数据中心的专利，将集装箱数据中心装入罐子沉到水下，利用海浪发电供应能源，并且利用海水冷却。同时由于人们对数据服务依赖程度的增加，对数据中心的要求也变得越来越高，诸多IT大厂都已经开始将数据中心作为一个业务部门来运营，并且开展多项相关技术研发：从提高数据中心可持续运营的时间百分比到降低能源消耗，再到制冷装置应该如何运行才能更有效。随着能源价格的持续走高和IT产品成本的迅速降低，一个数据中心在运营三年后，其能源方面的开支将会超过设备开支。

目前世界上大约有超过4400万台服务器，即便经济不景气，企业对于计算能力和存储的需求依然在增加。2009年第3季度，全球一共卖出190多万部服务器，总收入在100亿美元以上。然而和去年同期相比，销售数量下降了17%、收入下降了15%——企业们对增设数据中心开始变得更加谨慎，也开始追求性价比更高的存储及计算方式。

在对数据中心的效率进行评估时，有一个叫做电力使用效率（PUE,Power Usage Effectiveness）的指标。这个指标是用来衡量总消耗电力与用于计算消耗的电力的比值，PUE越接近1，则说明数据中心的能源利用率越高。传统数据中心的PUE往往在2.5～3左右，其中大量的电力用于温度控制，而经过精心设计的数据中心，PUE也在1.6～1.7左右。但是，各大厂商推出的集装箱数据中心，可以将PUE降到1.25，以此来降低能源上的开销。

从2006年升阳微系统公司提出关于集装箱数据中心的“黑盒子项目”后，惠普、IBM、戴尔、SGI、Rackable Systems等厂商都分别推出了自己的产品。所有设备都被塞进一个标准的20英尺长或40英尺长的集装箱中，通过精心的模块化设计，可以让其发挥很高的性能。惠普的40英尺集装箱数据中心能够容纳9600个计算核心和3500TB的存储量，相当于在这样一个12.2米长、2.4米宽和2.6米高的箱子里装入了传统370平方米数据中心能够容纳的设备。通过专利保护的水冷装置和机柜布局，每个机柜可以让27千瓦的设备保持正常工作，整个集装箱可以接入600千瓦的电力。而这样的数据中心可以在6周到12周内交货，用户只需要接入电路、冷却系统和网络连接就可以工作。

集装箱数据中心和传统数据中心的区别，就像精装修房和毛坯房的区别一样。供应商可以将计算能力和存储能力打包销售，而用户只需要做些简单的设置就可以使用。很明显，这种能够快速部署的数据中心会受到那些业务量激增或者需要快速部署计算能力的客户的欢迎，例如飞速发展的Web 2.0网站，或者由信息化技术武装的军方用户。

微软正在建设一个大型数据中心，使用了大约220个集装箱，以及超过44万台服务器。微软全球基础服务企业副总裁德伯拉·查拉帕蒂（Debra Chrapaty）认为，使用集装箱数据中心将会比建设传统的数据中心成本更低，而且其可以快速扩展的特性也很吸引人。但是毕竟像微软这样提供大规模服务的企业只是少数，能够与之相比的只有谷歌这样拥有上百

万台服务器的搜索巨头。而对中小型企业，集装箱数据中心未必是最理想的选择。它提供的计算能力可能超过了企业的需求，在更新和维护时集装箱数据中心的狭小空间也会带来不便，而且这些数据中心一般不会支持其他第三方设备的安装。

提供商们对此早有计划。IBM认为应该以“模块化”的方式构建数据中心，却不一定非得利用集装箱。IBM全球技术服务副总裁斯蒂夫·山姆斯（Steve Sams）说：“虽然我们是模块化数据中心的坚定支持者，但我们对于基于集装箱式数据中心的支持则有一定的保留。”他认为，在建筑物内同样可以部署高密度的计算能力，只要它是基于模块化设计就行，集装箱并非是必需的。

的确，就像在个人电脑上，机箱也不是必须的一样。过去那种企业自行采购、自行建设的数据中心，就像我们自己去电脑城组装的兼容机，而模块化的数据中心就像品牌机——只是性能要强大得多罢了。

互联网的糟糕天性

从诞生之日起，互联网就以一种异乎寻常的自由和随性迅速发展。没有整体规划，没有节制，这个世界上最大的人工网络像一株藤蔓植物一样四处蔓延。就像是一颗种子最后繁衍出一片庞大的热带雨林一样，互联网上的危险也开始随之增加，最终无处不在。钓鱼网站、偷偷安装的木马、危险的病毒，还有这张巨网的“天性”——这可能会是阻碍互联网发展的最主要的障碍之一。

20世纪60年代，大概在互联网刚刚开始出现雏形的同一时期，心理学家斯坦利·米尔格伦（Stanley Milgram）提出了关于人际关系网络的“六度分隔”理论。这个理论内容很简单，但是听起来似乎有些不可思议：平均来说，只要通过六个中间人，你就可以结识世界上的任何一个人。现在流行的许多社群类网站，都是以这一理论作为出发点的——人们都喜欢和交游广阔的人做朋友，如果你有这样一个朋友，通过他你就会认识更多的人。Facebook和开心网的巨大成功都是来源于此。我们自己的手机通信录里可能只有一两百人，但是我们或许都认识某个人，总在抱怨手机里的1000条通信录记录不够用。

1998年，从事社会学研究的邓肯·瓦特（Duncan Watts）和数学家斯蒂文·斯托加茨（Steve Strogatz）合作发表了一篇论文。这篇名为《“小世界”网络的群体动力学》的论文，对六度分隔理论进行了进一步阐释。随后的研究发现，世界上诸多网络都与人际关系网络类似，由很少的关键网络节点连接大量的其他节点。例如，很少的几个航空中心城市会拥有飞往世界各地的大量航班，而其他大多数城市的航班只有飞往其他城市的少数航班。“枢纽”这个词很好地再现了这些中心城市的意义：当枢纽因为某些原因而不能正常工作时，所带来的影响将会比那些非枢纽的损坏所带来的影响大得多。

互联网也是这样的一个复杂网络系统。这个覆盖了全球一半以上人口的巨大网络并不平衡，如果把所有互联网上的数据交换节点的连接数画成一幅图的话，我们会发现一条典型的长尾曲线——从一个高昂的头部开始，曲线迅速下降，然后进入平缓的却几乎无穷无尽的尾部。极少数的节点拥有极大量的连接，而绝大多数节点的连接数只是寥寥几个。那些

连接数量大的极少数节点，就是互联网的枢纽，它们是互联网上的机器中那些朋友最多的家伙。

《马太福音》第25章29节说：“因为凡有的，还要加给他，叫他有余；没有的，连他所有的也要夺过来。”富者愈富，赢者通吃，互联网的天性也是如此。但是这也暗示了另外一个问题，即实质上整个互联网的性能，只依赖于这极少数的节点。对这样的复杂网络进行一下仿真，就可以很容易地看出，当互联网中的节点被随机破坏时，网络的性能是稳步缓慢下降的，因为总会找到一条新的路径将数据从一个节点送到另一个节点；但是哪怕只有少数关键节点遭到破坏，网络的性能立刻就会大幅下滑——就像十字路口堵车总是比单行道堵车要严重得多。如果有人能够做到同时攻击这些关键节点的话，互联网将会瞬间崩溃，断裂成一个一个的信息孤岛。

更糟的是，如果传染性超过某个程度的计算机病毒侵入了这些关键节点，那么情况往往可能会变得无法收拾。人们发现在互联网这样规模庞大的复杂网络中，只需要传染几个关键节点，病毒就可以永远地停留在网络当中。除非所有计算机同时断开网络并且杀毒——这明显是不可能的——否则它将会一直在互联网上流传下去。

这种最坏的情况可能并不会发生，因为这些关键节点都受到最良好的保护；但是2009年年末的一系列广泛攻击却让人们开始怀疑。在那段日子里，来源不明的大量攻击让网络世界人心惶惶，而这些攻击的对象并不是传统计算机犯罪的对象，而是世界上访问量最大的一些网站，包括谷歌和雅虎这类每天访问量超过数亿次的站点。这种行为并不会让那些发起攻击的黑客们得到明显的收益，但是却让人们不得不多留几个心眼。

虽然世界上最好的计算机技术人员一直在为了改善互联网的性能而努力，在这一方面的技术变革也层出不穷，然而未来终究不可知。人们在和互联网的发展速度赛跑，希望能够在互联网崩溃之前就将危机化解，就像我们过去多次成功做到的一样。

只是希望不会太迟。

关于记忆，关于遗忘

互联网像是一个硕大无比的大脑，而且它从来不会忘掉任何事。方便的信息复制机制可以让同样的内容出现在几个不同的地方，充分冗余的备份让人们几乎能触摸到几乎所有的人类文明。

在今天，像谷歌或者百度这样的工具，可以在数十天内将整个互联网重新备份一遍，总有网页快照这样的东西可以被找到。任何个人的记忆，只要出现在互联网上，它就成了整个互联网的一部分，再也无法剥离。

这是好事吗？粗看起来确乎如此。是否记得你曾经错误地格式化了那个硬盘分区，里面的东西再也无法找回时的悲痛欲绝？互联网完全能解决这个问题。我们的情绪、记忆和一切，都可以交给互联网，它会足够妥善地保存着它们，再也不会忘掉。它变成了我们大脑的扩展。它记得一切，而你只需要记得输入法和关键词就够了。未来会是这样吗？

只是有可能而已。实际上，记得一切也许未必是件好事。对于我们来说，虽然遗忘总被视做一种讨厌的副作用，并且把它归因于大脑容量不够，但是大脑并不是硬盘，“容量不够”这种说法并不能站得住脚。出于某些目前人们还没法合理解释的原因，这个世界上的确有些人能够记得所有事情。美国广播公司在2008年1月曾经报道过一位拥有超级记忆能力的极为特殊的人士，这位名叫布拉德·威廉姆斯（Brad Williams）的男子记得一生中发生过的所有事情，一点都不会忘记。就人们所知，这种罕见的状况在全球仅有几例，他们将所有的记忆像图片一样存放在自己大脑当中，随时就可以调用。而他们，也并没有引人注目的大脑袋。

但是，这种让人羡慕的超级记忆力却会带来令人意想不到的糟糕后果。苏联的记忆强人所罗门·谢列谢夫斯基（Solomon Shereshevskii）能够在几十年后回想起一个超级复杂的公式，但却完全没有办法进行抽象思维，大量的信息涌进他的大脑，让他甚至完全无法理解书本上一个简单句子的意义。美国“记忆女王”A·J无法从过去的负面记忆中摆脱出来，那些不开心的场景就像是高清电影一样随时在她的脑海里播放，每一个细节都历历在目。事实上，这种情况如果过于严重的话，甚至可能会引发“创伤后应激障碍综合症”——一种在经历了重大而突然的伤痛之后可能会导致的精神障碍，患者会无法忘记那最惨痛的一刻，以至于逐渐回

避、游离于社会之外，产生焦虑、抑郁等情绪，甚至发展成暴力和自杀倾向。

在哈佛大学心理学教授丹尼尔·沙克特（Daniel L.Schacter）看来，遗忘，是一种保护机制。在十几年前那篇被人广泛引用的《记忆七宗罪》论文中，他认为遗忘可以让我们保持积极的心态，将那些不快的场景和事件埋藏在记忆之外。过于频繁地回忆那些负面记忆，会让我们被那些负面情绪占据，无法健康地继续面对今天的世界。就像过敏是我们自身免疫系统的过度反应一样，记忆和遗忘本身，也应该是保护我们自身的一种方式，虽然这种方式并不完美。

但是互联网打破了这种方式。当年让你脸红心跳的第一封情书在数十年之后从杂物柜里出现是一回事，从网上看到却是另一回事。个人的记忆成为了公众的记忆，那些恨不得用一块橡皮擦掉的过去却鲜明地存放在我们根本不知何处的服务器上，成为无法回避的一串二进制编码，甚至可能存在的时间比我们自己还要长。

这种情形，让一些研究者开始探索，试图让互联网也能学会忘记——至少是能够在人们的指令下忘记。哈佛大学的助理教授维克托·梅耶-舒伯格（Viktor Mayer-Schönberger）最近的新书在2009年面世，书名叫做《删除：数字时代的遗忘美德》，提出也许应该反思一下，通过技术让互联网记得每一件事是否真正值得。他认为，也许每一个社交网站都应该具有遗忘的功能，让那些令人感到尴尬和不快的往事自动随风而逝。

一个叫做drop.io的文件分享站点试图在这方面做出一些尝试，他们允许用户自己设置文件的保存时间，当时间一到，就自动将之删除。这种方式也许会避免多余的尴尬，但是它和我们自然的遗忘相比，未免显得粗暴太多。

而微软研究中心的戈登·贝尔（Gordon Bell）和吉姆·盖梅尔（Jim Gemmell）强烈反对互联网也应该遗忘的观点。他们最近合作写了一本书，叫做《完整记忆：数字记忆革命怎样改变每件事》。在这本书里，他们提出了全面记忆的概念，试图让人们可以把所有的东西——真的是所有的东西，包括书籍、文档、照片、录像乃至声音——全部存放在一个巨大的数据库中，以便人们可以随时回味生命中的每一刻。他们甚至还发展了一个项目来阐述这种理论：在那个项目中，人们可以将所有的记忆和经历，甚至你的情绪、欲望和梦想，都交给微软公司来保管。如

果你想的话。

这种情形让我想起罗宾·威廉姆斯（Robin McLaurim Williams）那部叫《最终剪辑》的电影，他在其中饰演一位剪辑师。在那部电影中，每个人出生时脑中就会被嵌入一个芯片，自动记录一生的所有经历。想到这些最个人的经历和体验可能会被一个素不相识的人任意翻看、剪辑，不免有些不寒而栗。

该忘记的就让它忘记好了。也许最终有一天，互联网会知道我们需要记得什么和忘记什么；在那天到来之前，不妨听从我们本能的声音——这未必是一件坏事。就像张爱玲曾经写过的那样：“甜而稳妥，像记得分明的快乐；甜而惆怅，像忘却了的忧愁。”

可能被操纵的群体智慧

“CES 2010”在拉斯维加斯开幕，各路IT厂商云集到这沙漠中的赌城发布新品，引得大量媒体趋之若鹜。然而到目前来看，这次的消费电子展上没有什么太让人惊艳的产品，新产品和旧产品相比，无非只是更大、更快、更清晰，或者更小、更轻、更便携罢了。难道我们的电子工程师和设计师们已经没有更好的创意了吗？

要是这样，那就真是人间悲剧了。相比于这样悲观的想法，更大的可能是因为这些产品受到了很好的评价，而来自用户的评价又进一步加强了厂商的信心。既然已经有一个够受用户欢迎的产品了，为什么还要冒着不受欢迎的风险去开发新的东西呢？做些改进不就很好了吗？

的确，这些大热门产品的评论往往都很不错。作为Web 2.0时代的重要特征，群体参与、用户提供内容的方式早已深入人心；而网络带来的信任问题，让“评价”成为我们认知网络事物的重要参考。对于我们无法亲自考察的产品，相对于网上的宣传文字来说，那些用过的人的评价看上去可信得多。

2005年，曾经有本叫做《长尾理论》的书红极一时。《连线》主编克里斯·安德森（Chris Anderson）写的这本书是个不折不扣的反讽——本来是对“热门”概念的终结，却让书本身成了一个大热门。他在书中提出互联网时代的新经济规则，即在互联网上，因为有近乎无穷的空间和近乎无穷的需求，因此传统意义上的冷门商品，依然可能做为企业收入来源。与之相对的，是无数使用者在网上的言论，他们取代了过去的传统广告，建立了一种更客观、更中立的评论方式，让消费者对于产品质量的了解，不再仅仅来源于厂商的新闻稿。群体智慧指引消费者，使其免于受到过分夸张的广告的诱惑。

在某些程度上，克里斯·安德森是正确的。亚马逊的发展，就很好地说明了这一点。从来没有一个书店能够像亚马逊那样拥有那么多的种类，也没有任何一个书店能够像亚马逊那样从那些冷门书中获得那么多收入。人们津津乐道的一本旧书的重登畅销书排行榜的案例，就是对这种群体智慧最好的诠释。

所以网站上充满了评论。网上商店、博客之类自是不必再说，专门以评

论为主营业务的网站也层出不穷。像是大众点评网、口碑网这样专门以提供群体智慧为自豪的网站，已经成为了许多人熟悉的信息来源。然而，这种方式真的值得信赖吗？我们真的可以相信，别人的评论对我们自己有帮助？

即便不算从众心理的影响，这些评论的可信性实际上可能也并不够高。评论的可信度来源于两个方面：评论的数量和每个用户在评论时的客观性。可以认为，当对某项产品评论的人越多，其打分也就越接近于其真正的价值。看看世界上最大的电影数据库IMDB上对于电影的评论就可以理解这一点：一部新电影出现在IMDB上时，其评分往往会过高或者过低，只有当起评数到达某个数量级，例如数百个或者上千个评分之后，才会不再有太大的变动。这时的评分，也就意味着上千个电影观众对这部片子的看法。只有到那时，评价才是有参考价值的。

卡耐基梅隆大学和马德拉大学的助理教授瓦西里斯·寇斯达寇斯（Vassilis Kostakos）对评分的问题很感兴趣，于是作了一个调查。他从亚马逊书店、IMDB和书评网站BookCrossings上收集了数十万项商品和数百万条投票评论，加以交叉对比，总结其中的投票模式。结果发现，我们认为“群体智慧”的投票评论模式，实际上在很大程度上是由一小撮人控制的。看起来像是网民们对某个商品有公允的评论，但是实际上却不是那么回事。

之前人们曾经作过相关研究，认为这样基于用户自主评分的系统会受到某些因素的影响，例如打分者的年龄和偏见。但瓦西里斯和他的团队发现情况可能不仅如此。大概5%的亚马逊用户为10件以上的商品评价过，其中更少一部分甚至为上百件商品打过分。类似情形我们并不陌生——在某些活动中刷票，和我们现在谈到的情况十分相似。只是这项新研究为我们揭示了另一个可能曾经被忽视的真相：即使是在那些没有很强利益驱动的评分过程中，也不一定能够保证评分是客观的。

几年前，有一位朋友来我所在的城市旅游。他预订了一个点评网站上评分不错的酒店，真正入住时，才发现与描述和评论中的差别不小。按照瓦西里斯的研究结果来看，这可能并不是一个操纵评价的个例。

如果把这种情况归于懒惰，人们可能并不会认同。这更多的是网站设计和使用习惯方面的原因，例如评论系统的设计是否过于复杂，以及是否使用者能够通过相对简单的方法来表达自己的观点。

然而技术不能解决所有问题。对于一个评价系统来说，让足够多的用户来评价，以及有意地避免那些过于积极和过于消极的评价——这类评价往往出于情绪而非事实——可能是最好的解决方法。所以有些网站开始尝试新的方法，允许用户对其他用户的评论作出评论。我们熟知的cnBeta和VeryCD就采用了这种方式，以期通过更加轻量级的评论方式，来获得更多使用者的看法。

这是有必要的。毕竟，当汇聚了众人看法的群体智慧丧失了公信力时，很难想象我们还有什么可以相信。

网速如光

忘了wifi吧。在未来的几年，也许我们会看到新的无线局域网产品，它使用的将不再是不可见的电磁波，而是肉眼可见的光。“只要光能够照到的地方就能上网”的宣言，听起来好得有点不真实，但是现在看起来，还是很有希望的。

实际上，用光来传输信息的技术已经有了很悠久的历史——如果从烽火台开始算起的话。最近的数十年中，LD、CD到DVD和蓝光，从名字上就可以看到它们和激光的紧密联系，而光纤更是早已蔓延到了我们生活的每个角落。2009年高锟博士分享了诺贝尔物理学奖的新闻，更是让人们对光纤的了解更加深入。这些细细的玻璃纤维，已经以其高性能和不太高的成本成为了庞大互联网络的基本骨架。研究者们还在进一步扩展光纤的可能性——比方说，最近乔治亚理工大学就开发出了新的路由器，直接使用光信号传递而不经过光电转换，让路由器的带宽可以扩展到惊人的2Tbps。

虽然光纤的带宽够大，但是并不适用于局域网——特别那些连接了笔记本的局域网。双绞线和光纤太麻烦，无线局域网速度未必够快，而安全性也在面临越来越多的考验。无线、安全、速度快而又成本低的局域网方案可能会是什么呢？现在已经有了一些方案。有一种技术，它的信号可以被墙和窗帘挡住，而在任何光线直射的地方都可以传输。西门子的工程师们，最近将这种技术扩展到了500Mbps的惊人带宽，这就是可见光通信。

早在互联网还只是婴儿的20世纪70年代后期，人们就已经开始研究室内光通信技术了。IBM苏黎世实验室创建了第一个能够工作的系统，但是这项技术在很长时间内一直停滞不前。现在人们又重新发现了这种技术，并且开始认真对待。这种例子在技术史上很常见——比方说，在沉寂了一百年后，谁还记得3D电影和普通电影差不多是同时发明的呢。

和电影类似，可见光通信将信息编码成光信号，然后以激光或者普通光线的方式传递，然后被接收器接收。只不过这些信号并非人眼能够直接识别的，它更像是小时候玩的手电筒莫尔斯码游戏或者镜子反射的小把戏——用亮和暗来分别代表开和关。

对一个使用白炽灯的手电筒来说，从打开开关到灯泡全亮，之间需要一点点时间，从灯泡全亮到熄灭也是这样。如果我们将全亮设定为1而将熄灭设定为0，那么灯泡从暗到亮的响应时间越短，就意味着发送一位的时间越短。在一秒钟内让灯泡亮4次和熄灭4次，就可以输出一个字节：10101010。

一秒钟一个字节实在是效率太低，而且这样玩手电筒的话会被父母骂的。有人真的做出了使用白炽灯来传递信号的系统，在电路系统的控制下，它的带宽可以达到Kbps级，但是没办法更高。白炽灯由发热而发光的原理决定了它的响应时间过长，没法满足我们的需求。如果要更快的速度，我们需要响应时间更短的光源，它们将会迅速地闪动，快到肉眼无法分辨，例如每秒钟点亮和熄灭数百万次或者更多。在我们眼中，它看起来就像是一直发光一样。

能够达到这样要求的光源，只有LED能够胜任。虽然LED现在还因为成本太高而没办法大规模进入照明市场，但是它已经在过去的几十年间成为了我们家庭里随处可见的小东西。任何看起来像是小灯泡的东西，那些在显示器、音箱、手机、电源插座上闪亮的东西，都是LED——发光二极管。

从1962年，美国通用电气公司的尼克·何伦亚克发明了世界上第一只发出可见光的LED开始，这种汉堡包结构的小小光源展现出了各种可能性。当时的LED只能发出红光，绿光和蓝光LED发明的时间更晚，白光LED更是直到1998年才出现在世界上。现在市场上已经有了所有颜色的LED，它省电、不发热，而且寿命长得令人吃惊。在光通信时我们并不看重它的这些特点，而是关注它的另一种优势：响应时间。现在，人们已经可以制造出响应时间在纳秒级的LED，也就是说它们变亮或者变暗都可以在十亿分之几秒内完成。有了这样快的开关，数据通信的带宽问题就已经解决了。这就是LED被用做光纤光源的原因之一。

达到光纤通信的速度，而避免光纤通信的弱点，是可见光通信技术的目标之一。使用高速频闪的、经过编码的白光LED同时进行照明和通信，再由光电设备将光转成电流信号——在本质上，光纤通信和可见光通信并没有太大的不同之处，其重点只是在如何保证足够的光可以被接收端捕捉，以及如何使用更好的编码方式来扩展带宽。

早在20世纪90年代，可见光通信技术的研究就已经大规模展开。日本、

韩国、美国这样的国家都投入了这一领域的研究之中，英特尔、索尼、三星、三菱等公司也在积极研发新的方案。目前看来，西门子宣布的这种新技术是目前光通信速度最快的——足足是之前纪录的两倍半，并且可以在5米之内保证这样的速度。当然，随着距离的拉长，带宽会有下降，但是也可以保证在100Mbps的水平上。医院这样的地方可能会欢迎以上技术，因为不少医疗设备都会对其他波长的电磁波敏感，而可见光则不会有问题。其他对安全性要求突出的场合也会是这项技术的受益者：想要保证安全吗？拉上窗帘就好。

虽然现在看来这种技术有点屠龙之术的味道，但目前毕竟只是个实验室产品罢了。也许当它真的上市时，就会变成那种我们想要的东西了。

请验证你的身份

你在一小块发着红光的玻璃上按下指纹，小屏幕上提示你的指纹已经被接受，门很快打开了，你走了进去。在门重新关上之前，你回过头来，露出一个满意的微笑，摘下一只薄薄的手套。我们诧异地发现，那居然不是你本人。

这样的场景在许多电影和电视剧里都出现过。观众同样看到过快速闪动的指纹图片，以及计算机以刺耳的声音提醒："已经找到了相同的指纹，确认了嫌疑人的身份。"我们看到过那些把眼睛凑到一块小镜头前以打开一扇厚重铁门的镜头，也看到过银行大盗冒充他人身份，在节奏强劲的音乐中利落地闯过一个又一个安检设施，在金库往返如入无人之境。在他们——也许包括了把自己代入的我们——看来，那些外形很高科技的、闪着光、发出各种莫名其妙声音的设备就像是一堆垃圾般无用。

每当这种时候，往往会有一个小小的问号从我们脑海中升起：既然这些设备这么没用，为什么还要安装它们？

答案很简单。那些设备，那些用声音、手指、眼睛打开的大门，在真实中并不是像电影中那样可以轻松骗过。这一类被统称为生物识别（Biometrics）的技术，正在严密地保卫着我们的财产、隐私乃至生命，也正在改变我们保护自己的方式。

在生物识别这一大类技术中，既包括基于生物特征的识别技术，也包括基于行为特征的识别技术。前者有耳熟能详的指纹、虹膜、人脸识别，和并不太常见的视网膜、掌纹、静脉识别；后者包括了一些更加特别的技术，从声音、签名直到步态识别等不一而足。它们的目标一致：让你可以获得那些你本该得到的东西——而且只有你才可以得到。

指尖的钥匙

实际上，所有识别技术的基本原理都是一样的。这个过程就像我们靠字型认字：当第一次看到一个字的时候，眼睛会记录下它的样子，然后存储在大脑中；当看到另一个字的时候，大脑会从记忆中寻找，能不能够找到，就决定于我们是否认识它。

无论是密码、钥匙，还是条形码、IC卡，任何识别技术的工作原理都是

这样。它们都需要三个步骤：采集、提取和匹配。只是生物识别技术与密码、IC卡这样的传统识别技术相比，更安全、更便携、更不容易篡改或被盗。这使得生物识别技术近年来在身份认证领域大放异彩——中国四大国有银行全面使用指纹门禁和指纹验证系统来取代过去的磁卡验证系统，就是一个明证。

指纹是人们最早开始使用的生物识别技术，其历史甚至可以追溯到数千年以前。在唐代，作为个人身份鉴别的"按指为书"已经在民间广泛采用，到了宋代则开始成为刑事诉讼的物证。1788年，德国解剖学家约翰·克里斯托弗·安德烈·梅耶（Johann Christoph Andreas Mayer）公布了没有两个人的指纹会完全相同，并且人的指纹终生不变的发现，奠定了现代指纹识别技术的理论基石。1897年，英国人爱德华·理查德·亨利爵士（Sir Edward Richard Henry）在前人基础上提出了指纹细节特征识别理论，成为了现代指纹学的基础。在20世纪初他就任伦敦警察局局长的日子里，将这一方法应用到案件侦破当中，并且形成了惯例。从那以后，指纹就获得了"第一物证"的称号。到了20世纪60年代以后，随着计算机技术的进步，司法领域开始广泛使用自动指纹识别系统（AFIS,Automated Fingerprint Identification System），在20世纪80年代，指纹识别系统又开始进入了民间领域。直到现在，指纹还是最常用的生物识别技术。

指纹是由交替的隆起和凹陷——分别被称为"嵴"和"峪"——所组成的立体图案，它取决于胚胎中的初始环境，有很强的随机性，并且正如梅耶所说，一经定型，就将终生不变。人们对指纹取样，加以加工处理，最终得到一串代表了指纹特征的字符。这串字符，就是指纹的特征码。和在电影电视中看到的不同，指纹识别实际上并不是直接对比整张指纹图片——那样虽然视觉效果比较好，但是效率太低，而且识别错误的可能性大大增加。人们真正使用指纹识别的方法要复杂一些。

一枚可用的指纹

可以获取指纹的方法有很多，光学、电容、压感、热敏、超声波，乃至射频和光电技术等都可以用于获得指纹。目前比较常用的是光学和电容传感器，超声波传感器也正开始流行起来。这几种获取方式的原理都很简单：光学传感器可以看做是一个自带光源的摄像头，它会把压在镜头前的指纹拍成一张灰度照片。电容传感器利用嵴和峪压在半导体感应颗

粒上的不同压力，让感应颗粒产生不同的电容值。在对感应颗粒按照固定顺序放电时，从放电时间的不同可以判断出每个电容颗粒所带电量的不同，进而判断出嵴和峪的位置，形成指纹图像。超声波传感器可以看成一个微型雷达，它用超声波扫描指纹的表面，接收设备并获取其反射信号，由于指纹嵴和峪的声阻抗不同，反射的超声波能量也会有所不同。根据反射的超声波能量，就可以获得指纹的灰度照片。

接下来要对指纹照片进行处理，以获得指纹特征。这个过程被称为“提取”，是指纹识别的技术核心之一。提取算法质量的高低，在相当大程度上决定了指纹识别系统的准确率和可靠性。经过数十年不懈的研究，现在已经形成了一套较为成熟的处理模式：在获得指纹后，首先将其从灰度图改成只有黑白两色的图像，颜色较浅的部分将会被舍弃。随后进行滤波，将一些诸如汗液、灰尘等留下的异常斑点剔除，再增强和细化图像，将原来5到8个像素宽的黑色区域缩减到一个像素宽。

在存储指纹信息时，并不会存储整枚指纹经过提取的图像，而是选择其中的一些端点、分叉点，以及这些点之间的位置关系作为特征值。这些特征值将被以字符形式存放在计算机的数据库中，和指纹主人的姓名及其他个人信息一一对应。当需要验证身份时，接受验证者需要再次在传感器上输入指纹。输入的指纹将进行同样的提取过程，并且在数据库中搜索是否有相同的指纹记录，以判断接受验证者是否拥有他声称的身份。对于不同安全强度的识别系统来说，指纹可能需要几个到几十个特征点。也就是说，某两个指纹只要有这几十个同样区域的同样特征相符，就可以认定这两个指纹是相同的。

指纹采集设备在不同的使用环境中可能会产生不同程度的误差，指纹本身也可能因为染色、疤痕、汗水或者灰尘而看起来有些不一样。这就让指纹识别系统出现了一些出错的可能性，例如把相同的指纹认定为不同的指纹，或者把不同的指纹认定成相同的指纹，甚至根本不能识别出指纹来。第一种情况出现的概率被叫做拒判率或者拒真率（FRR,False Reiection Rate），第二种情况出现的概率被叫做误判率或者认假率（FAR,False Accept Rate），根本不能识别指纹的情况被称为拒登率（ERR,Error Registration Rate）。指纹识别系统的可靠性和可用性，取决于这三种情况出现的概率。很容易看出，FRR和FAR之间存在一定的反比关系，这就让系统的开发者不得不在易用性和安全性之间寻找到平

衡。在我们日常使用中，低于1%的误判率基本上是可以接受的。

虽然有这样的可靠性问题，但是指纹识别技术的安全性还是远远高于传统的“用户名＋密码”的方式。如果每次识别多个手指指纹，还可以进一步提高识别系统的可靠性。

身体的其他特征

对于安全需求更苛刻一些的地方，会比较欢迎虹膜和视网膜识别技术。虹膜是瞳孔周围的一圈结构复杂的纤维，其结构同样终生不变。虹膜识别技术将虹膜的特征转化成512字节的特征码，有大概266个特征点可供对比。在采集时，采用可自动聚焦的可见光和近红外光感应器拍照，然后通过提取算法归纳成一串字符。虹膜是目前精确度最高的生物识别技术之一，具有相同虹膜代码的人的概率大概是10的78次方分之一——我们可以认为这种情况不存在。对于虹膜识别来说，最大的问题可能在于它对于那些深色眼睛的识别率往往偏低。

和虹膜识别相比，视网膜识别可能会更加安全。因为视网膜并非直接可见，伪造起来也会更加困难。视网膜的结构形式在人的一生当中都相当稳定，使用低能量激光照射眼球背面，就可以获得视网膜的影像，进而同样采用算法提取出特征码。视网膜识别的特征点比虹膜更多，可以达到三四百个。然而，采集视网膜的技术是否会让使用者受伤，目前还没有十分明确的结论，而使用这种方式时那种“受侵犯”的心理感觉和它高昂的成本，让这种技术的使用还只局限于很小的范围，而没有出现在民间市场上。

除此之外，基于生物特征的生物识别技术中，还有掌纹、静脉识别和人脸识别技术等。掌纹识别和静脉识别的原理与上文中提到的指纹、虹膜等识别方式基本一致，区别无非在于使用的采集手段、特征值的提取过程。采集掌纹时采用与指纹采集设备相似的光学传感器，但是它并不提取细部的纹路，而是记录手指的位置和手型的宽度、厚度及表面积等特征，这让掌纹识别的可靠性要低于指纹，但是相对的，它的拒识率比指纹识别要高。静脉识别采用红外摄影技术，获得手掌、小臂处的静脉血管图像，然后采用类似指纹提取的算法来获得特征值。静脉识别技术发展到现在只有十几年时间，而它的高可靠性让它成为目前生物识别领域最有前途的技术之一。面部识别技术与上述几种技术都有些不同。它最常见的用途是在机场、车站等人流量大的区域识别出特定的对象，因此

更关注于快速、高效且准确的筛查。由于技术限制和面部构造的相似性，前几年的面部识别系统成功率低、速度慢，而且可以通过化妆和饰品来蒙混过关。加上观察角度和表情变化等因素，面部识别系统一直被认为不够可靠。但是现在的面部识别技术有了很大的突破，尤其是通过对面部骨骼和结构特征——特别是眉骨、双眼、鼻和嘴等在五官轮廓中的距离、位置、角度和大小——的提取，使得如今的面部识别系统每秒钟可以比较50万张以上的面孔，而且可靠性令人满意。

另辟蹊径的行为特征识别

基于生物特征的生物识别技术有一个巨大的弱点：它需要被验证者和采集设备的近距离接触。这种先天的劣势使得基于生物特征的识别无法远距离进行。为了解决这个问题，基于行为特征的生物识别技术开始发展起来。它基于这样的一个事实基础：每个人都有一些固定的行为习惯，例如说话的方式、签名的方式乃至敲击键盘或者走路的节奏和力度等。通过对这些习惯抽取特征，我们同样能够建立高安全性的验证和识别系统。

通过电话就可以远程识别，是声音识别技术最吸引人的优点。它会同时采集说话者的声音及发音的方式，然后以此为基础建立个人声音信息模板，在验证的时候进行匹配。在早期的声音识别过程中，一般会要求被验证者念出自己的名字或者其他预先录制好的语音，由此，对比波形和一些特征点。这种装置的准确性一直受到质疑，因为它抗干扰的性能太差，而且甚至可能被录音骗过。鉴于这些原因，先进的声音识别系统逐渐抛弃了固定的语音，转而专注于对发音方式、重音、停顿等特征的提取和识别。现在的一些声音识别系统开始要求被验证者读出随机的字句，以此来防范那些企图用录音带闯关的不速之客。

与声音识别类似，签名识别技术实际上并不太关注签名的图形特征。它更关心的是人们在写下自己签名时的动作，从笔尖与写字板的角度、每一笔画的压力变化、写字速度，直到笔尖在哪些笔画中习惯性地离开纸面。这一技术已经开始应用于商业和政府部门中，走入日常生活也只是时间问题。现在对于这种技术的最大担心在于它的可靠性和易用性——人们签名的笔迹无法稳定地保持一致，要想更准确地识别，就需要提供更多的签名，以及进行更复杂的确认过程。

其他诸如键盘动态识别、步态识别等基于行为特征的生物识别技术也已

经出现在人们的视野当中。敲击键盘时按在每个键上的时间长短、手指在键盘上的移动速度等也具有很鲜明的个人特征，使用特定的软件就可以很容易地记录和提取。这种技术现在已经开始尝试性地应用于老年痴呆症的早期诊断——当人们生病时，敲击键盘的模式会有显著的改变。步态识别也类似，它通过现在在制作动画电影时常用的动态捕捉技术，可以将人行走时每个关节的活动都详细地记录下来，并且作为以后匹配的依据。现在这种技术尚未成熟，但是可以预见，它很可能会成为人脸识别技术的一种重要辅助手段。

最终方案

在财产安全、信息安全越来越受到重视的今天，生物识别技术行业迎来了迅速的增长期。新的识别技术纷纷出笼，传统技术也在不遗余力地努力改进。体味识别技术、面部和手部的温度识别、DNA识别技术都是当前研究的热点领域，人们在生物识别领域的努力，将会演化出更高可靠性、更低误判率以及不可仿冒的安全体系。

最终，你的一切都会被一把锁严密地保护起来，世界上只有唯一的一枚钥匙，能够打开这把锁。

你，就是那枚钥匙。

黑色技术——计算机病毒简史

现在的计算机用户似乎都有了些共识。当计算机运行不正常的时候，当显示器蓝屏、频繁死机、文件打不开的时候，大部分用户的第一反应就是：“我是不是中了病毒？”

在大概十年以前，曾经听说过“戴口罩防止被计算机病毒传染”的笑话。现在不会再有人把这个笑话当真了，因为计算机病毒已经成为了使用计算机的过程中必然会接触到的东西。在接下来的部分里，且一起去寻访一下这些在计算机中不受欢迎的小小程序。

一　早期的计算机病毒

在生物学领域中，病毒本来是指一类比较原始的、有生命特征的、能够自我复制和只能够在细胞内寄生的非细胞生物。但在计算机科学领域里，所谓病毒，是指“编制或者在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者破坏数据，影响计算机使用并且能够自我复制的一组计算机指令或者程序代码”。

从这个定义可以看出，计算机病毒与其他计算机程序的重要区别在于自我复制性以及它的破坏性。

实际上早在电子计算机发明以前，约翰·冯·诺依曼就在一篇名为《复杂自动装置的理论及组识的进行》的论文里提出了可自我复制的程序的概念。顺便提一句，现在几乎所有计算机都是按照他提出的“处理器、存储器、输入输出系统”三部分结构而设计的，都属于“冯·诺依曼机”，而冯·诺依曼本人也被称为“计算机之父”。

在20世纪60年代初，美国电报电话公司贝尔实验室中的三个年轻人维克多·A·维索特斯克（Victor A Vysottsky）、马尔科姆·道格拉斯·迈克尔罗伊（Malcolm Douglas Mcilroy）和罗伯特·H·莫里斯（Robert H.Morris）在忙于设计和开发UNIX操作系统之余，开发了一个叫做“达尔文”的游戏，在一台IBM 7090计算机上运行，以模拟生物的进化过程。他们在这个游戏中，应用了冯·诺依曼曾经提到过的程序自我复制的理论。后来这个程序也被称为“磁芯大战”，参与者自己撰写程序来和别人的程序争夺地盘，并且争取消灭别的程序。当时他们使用的编程语言是“Redcode”。1983年亚历山大·窦德尼（Alexander Keewatin Dewdney）

在《科学美国人》杂志上发表了一篇名为《计算机娱乐》的文章，把这种游戏介绍给大众。因为这种游戏只能在指定的环境中运行，因此虽然其中的某些程序具备了自我复制的能力，但是还不能称之为病毒。实际上，在他发表这篇文章的时候，“计算机病毒”这个名词还没有被发明出来呢。这个名词是直到1983年11月才首次提出的。

1983年，弗雷德·科恩（Fred Cohen）正在美国南加州大学攻读他的博士学位，他写出了可自我复制及感染能力的程序。他发现，这个程序能够在一个小时内传遍他的整个电脑系统，快的话只需要5分钟。11月10日他在一个电脑安全研讨会上公布了自己的研究结果，并且指出：“这一类型的程序可在电脑网络中像在电脑之间一样传播，这将给许多系统带来广泛和迅速的威胁。”他的导师艾德勒曼（Len Adleman）将这一类型的程序命名为计算机病毒。

这下子人们终于知道该怎么称呼1982年的一个恶作剧了。1982年初，就读于Mt.Lebanon高中的九年级学生理查德·斯克伦塔（Richard Skrenta）在苹果Ⅱ型计算机上写出了一个叫做“Elk Cloner”的程序，并且把它拷贝到游戏软盘中去。当时人们对于软件的版权问题还不太在乎，盗版情况十分严重，相互复制软件是十分平常的事。当写入了“Elk Cloner”的软盘运行或启动时，它就会把自己复制一份放在计算机内存里，一旦有人将一张没有这个程序的软盘插进被感染计算机并输入指令来查看文件列表时，“Elk Cloner”就会再复制一次并且把副本写入那张未被感染的软盘中。于是，这个程序就开始传播开来。当第50次启动被感染的软盘时，将会出现斯克伦塔写的一首短诗：

Elk Cloner:The program with a personality

It will get on all your disks

It will infiltrate your chips

Yes it's Cloner!

It will stick to you like glue

It will modify ram too

Send in the Cloner!

Elk Cloner：有个性的程序

它会传染你的磁盘；

它会渗进你的芯片；

它叫克隆纳。

它会和你如影随形；

还会修改你的内存；

继续传染吧。

这首诗写得倒像是使用说明。

这个恶作剧的影响超出了斯克伦塔的想象。直到10年后，一个水兵在海湾战争期间还曾遭遇过它。而这个时候，斯克伦塔已经从西北大学毕业好几年了。

无论如何，斯克伦塔的“Elk Cloner”的破坏性还不很突出。1986年初，在巴基斯坦的拉合尔，巴锡特（Basit Farooq Alvi）和阿贾德（Amiad Farooq Alvi）两兄弟编写了“巴基斯坦”（Pakistan）病毒，也被称为“（C）Brain”病毒。这是一种具有破坏性的病毒，在DOS操作系统下运行，会把自己复制到磁盘的引导区里，并且把磁盘上一些存储空间标记成不可用。对于DOS来说，计算机启动的最后一个步骤是读取并执行磁盘上的主引导记录。主引导记录读取并执行磁盘上第一个活动分区的分区引导记录，而分区引导记录将负责读取并执行IO.SYS，这是DOS最基本的系统文件。主引导记录和分区引导记录像是一本书上的目录，失去了它们，计算机这个机器脑袋就找不到磁盘上存放的文件了。“巴基斯坦”病毒在一年之内就流传到了世界各地，并且很快衍生出了很多变种，其中有一些变种造成的损失比原始病毒造成的损失还大。这两兄弟在当地经营着一家销售IBM PC兼容机和软件的小商店，他们在接受《时代》周刊的采访时说，写出这个病毒的初衷只不过是为了保护自己写出的软件不被盗版而已。

有时候理想和现实之间的差距就是这么大。

又过了两年，罗伯特·T·莫里斯（Robert Tappan Morris）写出了世界上第一个通过网络传播的病毒。还记得我们刚才提到的“达尔文”游戏的三个发明者吗？其中有一个叫做罗伯特·H·莫里斯，正是这个莫里斯的父

亲。那是1988年，小莫里斯正在美国康奈尔大学读研究生。他想统计一下当时连接在网络上的计算机的数目，所以就写了一个程序，并且在11月2日从麻省理工学院的一台计算机上释放了出去。考虑到网络管理员们可能会删除掉他的程序，从而让他的统计结果不够准确，所以他设置了一个自认为比较合理的方案：他让这个程序有14%的概率对自己进行复制，无论它所在的计算机有没有被感染都是这样。

就像我们在一些科幻动作电影中看到的那样，整件事超出了他的控制。他撰写的这个程序有点问题，开始无休止地复制自身，占据了大量磁盘空间、运算资源以及网络带宽，最终导致网络瘫痪和计算机死机。他的这个程序感染了大约6000台计算机，而受到影响的则包括5个计算机中心和12个地区结点，以及在政府、大学、研究所和企业中的超过2亿台计算机。美国国防部马上成立了计算机应急行动小组，来削弱这次事件的影响并且减少损失。据估计，这个程序造成的经济损失大约在9600万美元左右。人们从这时开始，才意识到病毒能够带来什么样的危害。

后来莫里斯被判处1万美元罚款和400小时的社区服务。由此看来，从事计算机科学的研究也是有风险的。他的这个小小实验给计算机病毒添加了一个全新的分类，叫做“蠕虫”（Worm）。

有趣的是，早在1977年出版的一本小说中就提到了类似的概念。加拿大作家托马斯·J·瑞安（Thomas J.Ryan）写了本科幻小说《P-1的青春期》，在那本小说里，一个叫做“P-1”的人工智能程序几乎传染了所有美国的计算机。后来，加拿大以此拍了一部叫做《捉迷藏》的电视电影，获得了不错的评价，在IMDB上得分高达8.9分。

说到这里，我们得大概谈一下计算机操作系统和互联网。虽然公认的电子计算机发明于1946年，但是此后很长时间都不是普通大众能够买得起的。那时候的计算机过于庞大，过于昂贵，并且过于复杂，只有一些政府机构和大型企业才能够购买和使用。一直到20世纪70年代初，英特尔才创造性地推出了8008芯片，把计算机的运算器部分全部做在了一个小小的硅芯片上。第二年，他们推出了8080，速度是8008的10倍。微软公司的创始人比尔·盖茨和保罗·艾伦在1975年1月份的《大众电子学》杂志封面上看到了真正的微型计算机的广告，那是一台由MITS（Micro Instrumentation and Telemetry Systems）设计和制造的叫做“牵牛星8800”（Altair 8800）的方头方脑的家伙，以现在的眼光看起来简单得可

怕。它没有我们如今司空见惯的屏幕，而是通过发光二极管的点亮或者熄灭来表示信息。就是这样一个方盒子促使比尔·盖茨和保罗·艾伦创建了传奇般的微软公司。在他们创建微软公司的时候，苹果公司要到第二年的愚人节才会成立，IBM已经有了79年的历史，惠普也已经36岁了，而迈克尔·戴尔这个戴尔公司的创始人才10岁，还没开始做他的邮票生意呢。

20世纪70年代是计算机发展的战国时期。每一个厂商都在试图与其他厂商采用不同的标准，以巩固自己的顾客群，使他们不会很容易就转到别的厂商的机器上。1980年，IBM提出了“兼容机”（Compatible Machine）概念，占据了大量的市场份额。微软公司推出了MS-DOS——微软磁盘操作系统，并且和IBM的PC捆绑销售，很快就流行了起来，进而慢慢奠定了软件业巨头的地位。随后其他计算机厂商也迅速跟进，纷纷生产能够和IBM PC兼容的硬件。而苹果公司，虽然推出了广受欢迎的苹果-Ⅱ型，但是因为坚持不开放硬件和软件标准的原因，市场份额开始快速萎缩。

刚才提过的“巴基斯坦”病毒就是感染DOS下磁盘引导区的病毒。一般来说，一种病毒只能在一种操作系统上运行，DOS的流行成了“巴基斯坦”病毒流行的先决条件。

再来看看造就了“蠕虫”的互联网。我们现在使用的互联网脱胎于1968年末美国国防部国防先进技术研究署（DARPA）的一个计划。这个计划叫做“ARPANET”，意即先进技术研究署网络，本意是连接各个厂商生产的不同计算机，从而保障在战争时期的通信和指挥依然通畅。项目进行得很顺利，1969年就开始实验，连接了美国本土的4所大学和研究机构。后来越来越多的大学和机构都加入了这个网络，并且企业和个人也开始尝试通过网络来传递信息，最终成为了我们现在所使用的互联网。

1989年11月9日柏林墙塌了，1991年12月25日苏联解体了，持续了数十年的“冷战”时代终于终结了。互联网开始迅速发展，不仅仅应用于研究和军事领域，大量的商业信息也在互联网上传递起来。1994年，互联网上的商业信息首次超过了科研信息，互联网作为一个商业平台的潜质开始慢慢地为人们所了解。我国在这年加入了互联网，同时打开了一条病毒进入国内的高速公路。

这个时候，在DOS上传播的病毒也已经发展了好几个阶段了。从最早的

引导区病毒开始，发展到DOS可执行阶段、伴随及批次阶段、幽灵阶段和病毒制造机阶段。而我们现在广泛使用的Windows操作系统的始祖——Windows 95还没上市呢。

最早的引导区病毒除了我们提到过的“巴基斯坦”病毒之外，比较知名的还有“小球”（Pingpang）、“石头”（Stone）以及“米开朗基罗”（Michelangelo）病毒。“小球”病毒是最早传入我国的计算机病毒，最初是在大连市统计局被发现的。当这个病毒发作时，计算机屏幕上会出现一个小球弹跳不休，在碰到屏幕边缘的时候就反弹，像乒乓球一样。这也是这个病毒名字的由来。感染了“石头”病毒的计算机屏幕上将会显示“Your PC is Now Stoned.”，并且可能导致某些硬盘和软盘无法再使用。“米开朗基罗”每年3月6日发作——这一天是米开朗基罗的生日，发作起来会删掉当前磁盘上的所有数据。

1989年，出现了可执行文件型的病毒。这类病毒把自己复制到可执行文件中，当用户运行这个可执行文件的时候，病毒就会在内存中复制一份，并且传染那些未被感染的可执行文件。一般来说，被可执行文件型病毒感染的文件，会比正常文件略大一些。例如“1575”、“1465”、“2062”、“4096”等病毒，就是用它们自身所占的字节数来命名的。这一类病毒中最出名的应该算是“黑色星期五”病毒和它的一个变种“耶路撒冷”（又名Stone3）。这种病毒每到既是13号又是星期五的日子发作，一旦发作，计算机里的数据基本上就保不住了。

大概是在1992年，出现了一种叫做“金蝉”（Golden Cicada）的病毒，给病毒分类又加了一种“伴随型病毒”。这种病毒会把原来的文件改名，如果原来文件的扩展名是“EXE”，那么就改成“COM”；如果是“COM”，就改成“EXE”，然后把自己改成文件本来的名字。扩展名是文件名的点后面的部分，例如“病毒简史.doc”这个文件的扩展名就是“doc”。DOS或者Windows这类操作系统以扩展名来判断打开文件的方式，例如“doc”类型的文件默认情况下是用Word这个软件来打开的，如果计算机上没有安装Word的话，就会用写字板来打开。在DOS和后来的Windows操作系统中，“EXE”扩展名表示这是一个可执行文件，“COM”扩展名表示这是一个命令型文件。一般来说，当同一个文件夹下存在同名的EXE文件和COM文件时，DOS将会先执行COM文件。“金蝉”病毒就是利用了DOS的这个特性，当用户认为自己是在运行一个可执行文件的时候，实际上

已经运行了病毒。

又过了两年，出现了幽灵病毒。这是一类新的病毒，在每次感染时都会产生出不同的代码，让过去依据“病毒特征码”来进行查杀的杀毒软件头疼不已。这是随着汇编语言的发展而出现的新技术，在反查杀的技术水平上比过去的病毒高出了一大截。随后病毒制造机也出现了，其中具有代表性的是VCL（病毒制造实验室，Virus Creation Lab），能够生成上千万种病毒，每一种的特征码都不同。病毒生产规模开始壮大了，并且出现了一些专门研究病毒制造技术的组织，例如VLAD、29A。其中位于澳大利亚的VLAD组织是世界上最早编写出能够传染Windows 95和Linux操作系统的病毒的组织，技术实力很强。

在这一阶段，病毒的制造大都是一些计算机爱好者所为，出发点往往在于对技术的迷恋和好奇，而没有什么利益驱动。和杀毒软件设计者斗智，设计紧凑而精巧的代码，发现别人没有发现的漏洞并加以利用——这是这一阶段病毒发展的主题。

这些趴在键盘上彻夜不睡的年轻人只关心他们的技术。他们也许并不知道，这种好奇将会造就大约每年盈利50亿美元的杀毒软件市场。

二　Windows和互联网时代的病毒和蠕虫

1995年8月24日，微软公司发布了划时代的操作系统——Windows 95。这是微软公司推出的第一套完全采用图形化用户界面（GUI,Graphical User Interface）的操作系统——在此之前的Windows系列版本只不过是在DOS上运行的一个软件而已。Windows 95迅速占据了大量的市场，其基于鼠标操作的直观的使用方式让计算机用户的学习成本大大降低。人们终于可以不再记忆那些复杂的命令和参数，只需要动动鼠标就能完成自己的工作。这对于普通用户来说真是一大福音。

同时这也是对病毒制造者的一大挑战。全世界的病毒制造者都在研究，怎样战胜声称“百毒不侵”的Windows 95。1996年，VLAD的Boza病毒首先做到了这一点。这个病毒会在每月的30号发作，受到感染的计算机将会显示一段文字说明，告诉用户这是VLAD组织的杰作。这是一个良性病毒，并不会造成什么损失，仅仅是表明自己的技术实力罢了。

同一时期，最出名的Windows病毒应该算是1998年由台湾人陈盈豪编写的“CIH”病毒了。这个病毒一共有从V1.0到V1.4的5个版本，其中造成最

大损失的是V1.2版。它在每年4月26日发作，改写磁盘引导区数据，并且可能会修改主板上的基本输入、输出系统芯片，甚至造成主板损坏。1999年4月26日，CIH V1.2首次大范围爆发，在全球有超过6000万台电脑被不同程度破坏，在2000年4月26日，又一次大范围爆发，估计在全球造成的损失超过10亿美元。这个病毒也被叫做“切尔诺贝利”（Chernobyl）病毒，因为4月26日是切尔诺贝利核电站发生核泄漏的日子。但是后来据陈盈豪自己供称，这个病毒和切尔诺贝利核电站一点关系都没有，26号只不过是他高中的学号而已。台湾警方很快逮捕了陈盈豪，随后发现，破坏力更大的CIH V2.0已经接近开发完成了。

在陈盈豪没有写出CIH之前，一类制作起来更容易但是传播速度更快的病毒已经出现了。这就是“宏病毒”（Macro Virus）。宏就像是在DOS下的批处理，在用户发出指令后，完成预先定义好的一系列工作。在Office软件中，宏有两种定义方式，一是用宏录制器录制用户操作，二是通过Visual Basic语言编辑器手工编辑。在默认情况下，Word将宏存贮在Normal.dot这个模板文件中，当打开一个文档时，会首先加载这个模板文件，以便让所有的Word文档都能使用。

宏病毒就利用了这一特性。一般来说，宏病毒附在文档中，当在未感染的计算机上打开的时候，这个宏就会改写模板文件，把自己添加进去。以后只要一执行Word，这个受感染的通用模板便会感染其后所编辑的所有文档。如果在其他计算机上打开了感染病毒的文档，宏病毒又会转移到这台计算机上。

Visual Basic语言学习起来比较容易，宏病毒的门槛比传统病毒低得多，但是传染性惊人，破坏力也不容小觑。后来微软在Office里加入了宏扫描功能，当遇到带有不正常宏的文档的时候，会首先让用户选择是否要运行文档中的宏。杀毒软件也迅速跟进。现在宏病毒已经比较少见了。

但是通过互联网工具传播的病毒终于开始泛滥起来，病毒中的“蠕虫”这一分支越来越人丁兴旺了。

莫里斯撰写的“蠕虫”的特征是在网络上疯狂搜寻，寻找一切没有被传染的计算机。这一类病毒在发作时会大量占据计算机的运算资源和内存，并且造成网络拥堵。只要连接互联网，它就会传播，令人防不胜防。后来的大量病毒借鉴了这一做法，“梅丽莎”（Melissa）、“爱虫”（ILOVEYOU）、“红色代码”（Code Red）、“SQL监狱”（SQL

Slammer）、“冲击波”（Blaster）、“震荡波”（Sasser）是其中最为知名的，并且都衍生出了数十种至数百种其他的变种。

“梅丽莎”蠕虫最早是在1999年3月26日被发现的，当时它导致了一台电子邮件服务器死机。被这个蠕虫感染的计算机会自动向微软电子邮件管理软件Outlook的联系人名单中的前50个邮件地址发送带毒的电子邮件，每份邮件都带着一个Word文档作为附件。当收到邮件的用户打开这个Word文档的时候，他的计算机就会感染这个病毒，并且进行新一轮的邮件发送。这种传染方式快得惊人，并且会占据网络带宽以及导致电子邮件服务器崩溃。据统计，这个蠕虫最终导致的损失可能超过8000万美元。“梅丽莎”蠕虫的制造者是当时31岁的戴维·L·史密斯（David L.Smith），他说“梅丽莎”这个名字来自于他认识的佛罗里达州的一位舞女。在FBI和新泽西州警察的合作下，戴维·史密斯很快就被抓获了，并且被判处20个月的监禁以及5000美元罚款。这是美国历史上第一次对病毒撰写者判处得如此严厉。

仅仅就在“梅丽莎”发作一年之后的2000年5月4日，在香港首次发现了“爱虫”蠕虫。“爱虫”和“梅丽莎”的传播方式类似，但是要凶狠得多。用户可能会接到一封电子邮件，主题是“I LOVE YOU”，还带有一个名为“LOVE-LETTER-FOR-YOU.TXT.vbs”的附件。当用户打开这个附件的时候，将会把同样的邮件发给用户地址簿里所有的地址。它还能查找本地磁盘和网络驱动器，并在所有目录和子目录中搜索可以感染的目标，能够感染超过10种类型的文件，甚至连MP3文件都不放过。“爱虫”在不到24小时的时间里传遍了全世界，仅仅一天就造成了大约55亿美元的损失。当然，这可能和它的名字也有一定关系。受到袭击的包括一些重要机构，美国国防部和CIA也在其中。在没有合适的杀毒程序的情况下，许多机构不得不关闭了电子邮件服务器。计算机安全专家大声呼吁用户在接到邮件时不要轻易打开附件，但是这种蠕虫还是持续蔓延开来，并且通过修改Windows操作系统中最重要的数据库之一——注册表，来保证它自己开机后就能自动运行。

2001年7月13日，“红色代码”从网络服务器上传播开来。它专门针对运行微软互联网信息服务器（IIS,Internet Information Server）软件的网络服务器来进行攻击，并且主动寻找其他易受攻击的主机进行感染。这个行为持续大约20至27天，之后它就开始对某些特定IP地址发起拒绝服务

（DoS,Denial of Service）攻击，让目标计算机不能被访问。在短短不到一周的时间内，这个病毒感染了近40万台服务器，据估计多达100万台计算机受到感染。实际上，在6月中旬，微软曾经发布了一个叫做“MS01-033”的补丁来修补这个漏洞，但是大多数网管都没有安装这个补丁。

“SQL监狱”也被称为“蓝宝石”（Sapphire），2003年1月25日首次出现。这个蠕虫需要满足较为苛刻的条件才会发作：它只感染服务器；它随机产生IP地址，并向这些IP地址发送自身的副本；如果当前的计算机刚好运行着未打补丁的微软SQL服务器桌面引擎（SQL Server Desktop Engine）软件，那么马上就会变成下一个传染源。然而，互联网上没有安装补丁的服务器为数可不少。这个蠕虫在10分钟之内感染了7.5万台计算机，甚至导致了大量的网络设备被迫关闭。

好容易到了夏天，“冲击波”又袭来了。这个蠕虫最早于8月11日被检测出来，短短两天之内就达到了攻击顶峰。当连被传染的计算机接上互联网时就会弹出一个对话框，告诉用户这台计算机将在一分钟内关闭。对于这种会反复传染的病毒，人们实在不厌其烦，不得不发明了一些简单的土方法。其中最常见的一种是在提示关机后的一分钟内，把计算机的系统时间向前调一天。除此之外，这个病毒的作者似乎还想表达些别的什么。在病毒的可执行文件MSBLAST.EXE代码中隐藏着这样的信息：“桑，我只想说爱你！”（I just want to say LOVE YOU SAN!!）以及“比尔·盖茨，你为什么让这种事情发生？别再敛财了，修补你的软件吧！”（Billy Gates，why do you make this possible?Stop making money and fix your software!!）和“红色代码”类似，在“冲击波”蠕虫发作前一个月，微软其实已经推出了相应的补丁“MS03-026”和“MS03-039”，但是却没有得到用户的重视。

一年以后，“震荡波”发作了。这个蠕虫是德国一名17岁的高中生编写的，他在18岁生日那天释放了它。“震荡波”从2004年8月30日起开始传播，其破坏能力之大令法国一些新闻机构不得不关闭了卫星通信。它还导致德尔塔航空公司取消了数个航班，全球范围内的许多公司不得不关闭了网络。与先前多数病毒不同的是，“震荡波”的传播并非通过电子邮件，也不需要像“梅丽莎”或者“爱虫”那样需要用户的交互动作，完全自己一手包办了。它利用了未升级的Windows 2000/XP系统的一个安全漏

洞，一旦传染到计算机上，它便主动扫描其他未受保护的系统并将自身传播过去。后来德国警方逮捕了这个孩子，但是由于编写这些代码的时候他还是个未成年人，虽然被法庭认定从事计算机破坏活动，但还是仅判了缓刑。

在这一个阶段，病毒制造者似乎还没有和经济利益有任何关系，看起来，他们还是往往为了宣扬自己的名声或者对现实生活不满。但接下来，情况却奇怪地扭曲了。

三　商业利益驱动下的病毒产业链

在“爱虫”蠕虫里，包含了一个“特洛伊木马”（Troian Horse）。木马是一类特殊的程序，它会首先安装一个软件在计算机上，这样木马的主人就可以用来远程这台计算机，就像我们在使用Windows XP里自带的“远程协助”时一样。严格地说，木马并不能算是病毒的一种，因为它一般不具有自我复制的特性。然而，大量的病毒和蠕虫结合了木马的功能，让病毒开始朝着一个怪异的方向前进了。

早在1983年，计算机科学的先驱肯·汤普森（Ken Thompson）就提出了木马的概念。他提到在UNIX上运行的一个小程序，这个小程序可以用来记录用户登录时使用的用户名和密码，它会把收集到的信息藏在一个不起眼的小角落里，直到它的主人来把这些信息取走。后来在DOS上和在Windows操作系统上也出现了木马，并且很快就被应用在获得计算机用户的账号和密码上了。

2004年1月18日，“Bagle”蠕虫被发现了。它的传染方式类似“爱虫”，同样是当用户单击邮件中的附件之后就会感染并且向联系人发送，但也有些不同之处。其中最为人们注意的是它会收集用户的电子邮件地址，并且把这些邮件地址发送到一个指定位置。反病毒专家推测，也许这个蠕虫的作者打算把收集到的邮件地址卖给那些通过电子邮件来推销的商家。几天后，这个蠕虫的作者放出了源代码，让任何具有一定编程能力的人都可以制造出自己的蠕虫变种。“Bagle”蠕虫被设定为到1月28日就停止传播，但是在那之后，依然有许多变种肆虐在互联网上。

这可以算是一个转折点。在此之前，病毒和蠕虫的作者似乎并没有什么经济利益而言，因为通过技术危害他人计算机安全及隐私而获利的行为和“黑客精神”背道而驰。但是“Bagle”蠕虫的出现，标志着“通过恶意软件获利运动”的开始。从此，一条黑色的地下产业链开始慢慢建立起

来。

“后门”（BackDoor）程序在木马之后紧接着就登场了。在过去，“后门”指的是程序员在撰写某个软件的过程中给自己留的一个方便通道，往往是为了调整和维护软件的需要。但是“后门”这个词很快也开始变得臭名昭著起来。现在我们提到的“后门”，大多数情况下指的是通过进入某台计算机后所设置的隐藏的账户或者端口，来获得计算机的某些数据。病毒往往具备了在感染的计算机上开后门的功能，这样，病毒的制造者将会从传染的机器上获得源源不断的收益。

2007年，国内杀毒软件厂商瑞星发布了《中国大陆2007年电脑疫情和互联网安全报告》，在这份报告中提到，2007年全年发现的病毒种类上升到了71万种，而仅仅在2004年，这个数字还只不过是6万而已。当前流行的病毒中绝大部分是木马病毒和后门病毒，居然占了病毒总数的84%。在2007年全国流行的十大病毒中，盗取用户账号和密码的病毒居然占了4种，“网游盗号木马”、“QQ通行证”、“魔兽世界木马”、“传奇终结者”这几种病毒分别名列这个榜单的第1、第2、第4和第9位。有些文章称，现在已经形成了一条明晰的病毒产业链。比较常见的盈利方式包括把从被感染的计算机机上获得的账号和密码再次出售——在《魔兽世界》这款游戏中常见的“打金工作室”往往会大量购买这类账号，比较好的QQ号码也能卖个不错的价钱。除此之外，还包括把被控制的计算机的控制权出售的盈利途径，购买者可以使用这些计算机发起分布式拒绝服务（DDoS,Distributed Denial of Service）攻击，从而使被攻击的网站或者服务器陷入瘫痪。

2006年11月，中国大量计算机遭受“尼姆亚”（Nimaya）病毒侵袭。这个病毒还有一个更为常见的名字，就是“熊猫烧香”。这是国内编写的蠕虫病毒，通过多种方式传染，被感染的计算机上所有的可执行文件的图标都会变成一只熊猫手捧三支香的图标，因而得名。这种病毒会导致系统蓝屏、频繁重启、硬盘数据被破坏等，破坏力和传染力都十分惊人。然而，被人们所关注的，是这一病毒制造者被抓获后而引出的病毒产业链。警方曾经披露，少数地方甚至形成了计算机病毒产业群。而“熊猫烧香”病毒案告破后，其中一名被告曾经感叹：“这是个比房地产来钱还快的暴利产业！”

有需求，就有了供给。中国大多数计算机用户并没有很高的计算机应用

水平，对于计算机安全方面更是谈不上了解。相当多用户认为安装杀毒软件就能够防止自己的计算机被病毒侵袭，但是却没有意识到仅仅有杀毒软件并不足够。现在中国已经成了恶意网站、恶意软件以及病毒和木马的重灾区。谷歌在2008年2月4日公布了一项关于互联网上包含流氓软件的网站的研究报告，这份报告提到，目前全世界大约有超过18万个网站、300万个网页试图对访问者安装恶意程序，截止2008年1月份已占网页总比例的1.3%。这份报告中提到的恶意程序包括但是不仅限于我们提到的病毒和木马程序。而更可怕的是，这类网站有65%以上位于中国。

随着病毒产业链的完善，对病毒的需求也和以前不同了。现在的病毒更像是我们日常使用的软件，会在连接到互联网时升级，并且时时更新，反杀毒技术也在一日千里地发展着。“熊猫烧香”在出现半个月以后，就出现了50种以上的变种，这样的更新速度让杀毒软件和计算机用户防不胜防。

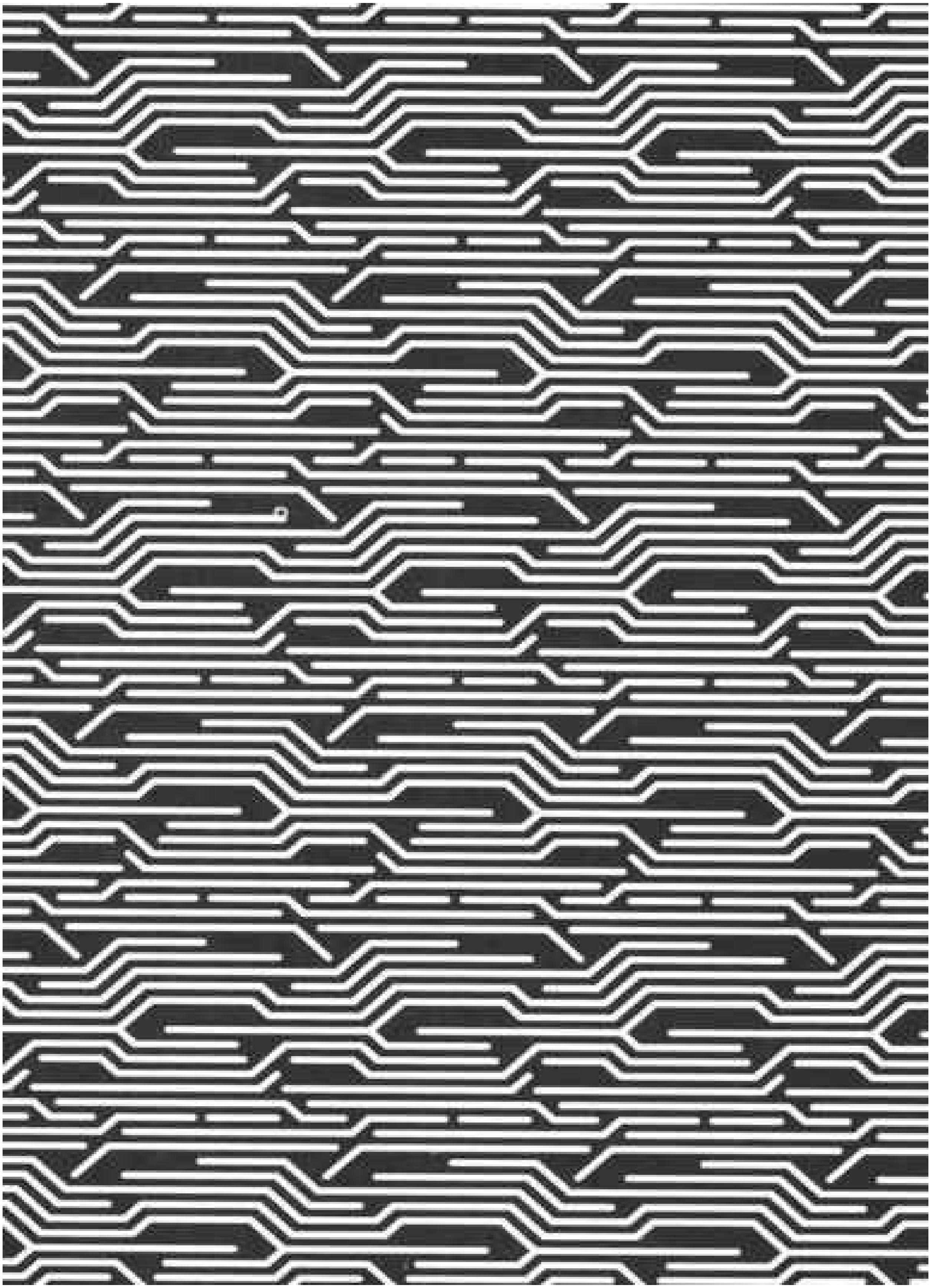
四　病毒还将继续

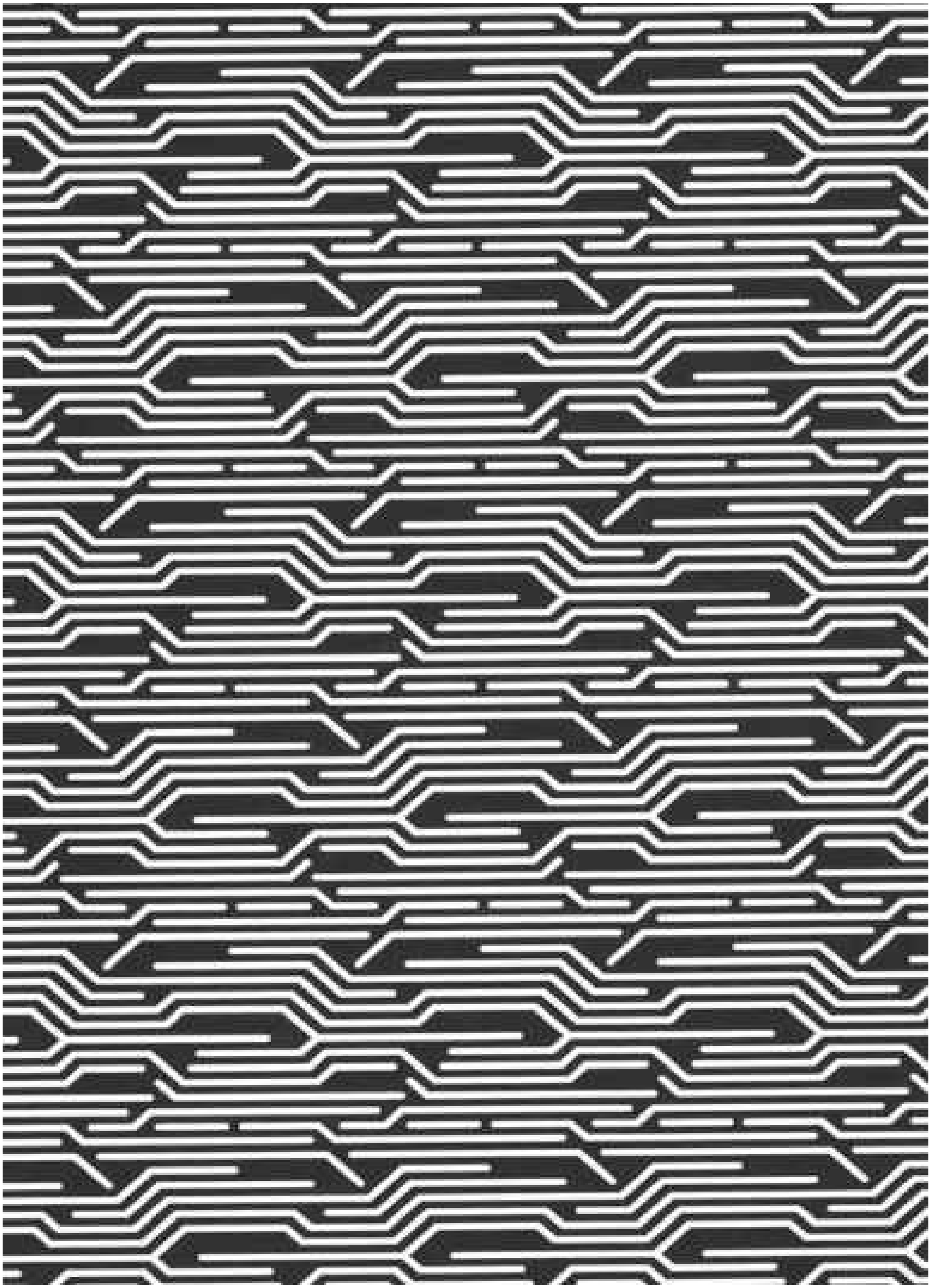
用户每天使用计算机的过程已经变成了一场战争。在这场战争中，用户唯一可以依靠的只是杀毒软件。然而，杀毒软件仅仅像是盾牌一样只能防御，并且总会比病毒更慢一步。那些沉迷于计算机技术的“黑客”曾经的光荣一去不返，我们谈到病毒制造者时也不再会赞叹他们的聪明才智。

互联网的普及让越来越多的人可以不受限制地阅读和研究与计算机病毒有关的资料，并且可以轻松地把自己的实验品传递给他人。而隐藏在后的那只叫做“经济利益”的幕后黑手，会让病毒制造者更加乐此不疲。

我们现在使用的操作系统和应用软件功能越来越强大，代码也越来越复杂，而越复杂的东西必然会有越多的破绽。这些破绽永远都不可能被全部修复，从而永远会让病毒和木马找到突破口。

计算机软件和计算机病毒的关系就像是光明和黑暗，像善与恶，像美与丑。它必然会存在，并且将会永远存在下去。





$$\left(\int_0^{\infty} \frac{1}{\pi^2+x^2}\,dx\right)^{-2}$$

截停汽车的“电磁炮”

在最近流行的游戏《使命召唤6：现代战争2》里，虚拟了一段剧情：面对俄罗斯军队全面入侵美国的局面，特种部队成员普莱斯队长在华盛顿上空数百公里处引爆了一颗核弹，以其产生的电磁脉冲瞬间摧毁了美俄双方所有电子设备，让美军以地利和数量优势夺回了白宫，促进了华盛顿保卫战的胜利。在现实生活中，加利福尼亚一家企业也为美国海军陆战队开发出了类似的设备，完全不用担心核辐射问题，性能强大到可以在200米外截停汽车。

人们在上世纪50年代空爆核弹后，发现了电磁脉冲这种对电子设备产生巨大损害的副作用。1958年美国在太平洋上空400公里处进行了一次140万吨当量的核爆，导致1400公里以外的夏威夷群岛上发电厂、配电盒、自动供水系统和高压输电线路避雷针的烧毁。这种在核爆同时产生的持续时间极短、能量极高的宽频电磁波会以光速传递，能够彻底毁坏电子元件。在电影《断箭》中我们看到过核爆后电磁脉冲的破坏力，而在《黑客帝国》中，阻止机器章鱼攻击的最后手段也是EMP——电磁脉冲（Electromagnetic Pulse）。

电磁脉冲毁坏电子元件的方式，与我们使用的公交一卡通有异曲同工之妙。在我们使用公交一卡通时，卡中的天线切割读卡器附近的磁场，在线路中产生感应电流，给芯片供电。电磁脉冲同样会在任何电路中产生感应电流，只是它的强度会远远大于电子元件能够承受的程度。长波的电磁脉冲将会在电子设备的外壳上产生感应电流，而微波频段的电磁脉冲可以通过没有屏蔽的地方或者电子设备的外壳进入设备内部，以热效应或者场效应造成破坏。一瞬间的高电流将会击穿元件，而短时间内积聚起来的大量热能甚至在还没有来得及传递出去之前就到达了线路的熔点。

然而，能够毁坏电子设备的电磁脉冲对人和其他动物却不会产生什么伤害。这就是为什么一些国家在开展电磁脉冲武器的研究——在现在这个时代，人们比以往过去任何时候都依赖电子设备，能够对电子设备造成毁灭性破坏，或者仅仅是干扰其正常工作的武器，也许是未来战争或者冲突中最有效的武器之一。

正是基于这样的思路，总部设在加利福尼亚帕萨迪纳的Eureka Aerospace公司从2001年创建起，就专注于电磁脉冲武器的研发。他们关注的用户是执法部门或者那些在危险地区执行任务的部队，研究重点是便携的、能够让汽车电路停止工作的电磁脉冲设备。在战后重建地区，检查站可以使用这种设备来截停可疑车辆。我们过去经常能在影视中看到的追车场面以及可能会由此产生的其他损失，也会因为这种设备的出现而消失。

最近，Eureka Aerospace公司展示了他们的原型产品：一个不到25公斤重的便携设备，带着一个1.5米×1.2米的平板天线。这种设备可以将高能微波以很强的指向性发射到目标车辆，从而扰乱汽车上电子元件的运作，让汽车无法加速，只能束手就擒。公司的CEO詹姆斯·特里安（James Tatoian）很简单地描述了这种设备的工作原理："给目标车辆施加10到15千伏每米的电场强度并且稍微持续一会儿，它就会停下来。"

这种设备从2004年就开始有了原型机，只是性能一直不尽如人意。在当时，它的有效使用范围只有15米。但美国海军陆战队和一些地方治安机构还依然对它报以很大希望，认为它会成为真正有效的拦截工具。终于，在经过6年的研发和技术革新后，这种设备到了可以试用的程度。它在2010年3月接受了评估，包括美国空军在内的诸多机构都对这种设备表现出充分的兴趣。

在传统上，对于可疑车辆的截停，大概有几种方式。布设路障、在路上铺设钉带扎破轮胎以及追车，是城市中常用的方法——凡是玩过《极品飞车12》的玩家，对这些方式必然都不会陌生。而在更空旷的地方或者在交战地带，往往会采用更暴力的方式，例如通过部署在直升机上的狙击手，用12.7毫米口径的反器材狙击步枪从空中对准汽车引擎开枪。这些方式都不够安全，可能会造成车祸或者会带来一些附带的负面效果。特别是对一些高价值的目标来说，往往会因为风险过大而无法实施。现在有了便携式EMP设备，截停汽车会变得相当安全。

在2006年，美国在伊拉克的军队曾经紧急订购了数千套高能激光指示器，因为军方发现使用这种激光可以比传统的高亮度探照灯更有效地阻止迎面而来的车辆。在2009年，加拿大也采购了类似的设备，只是采用了更高亮度的产品，能够让车辆驾驶者暂时眩晕，而不会致盲或者造成永久性损害。现在，这些设备也许可以考虑退休了。

席德·黑尔（Sid Heal），洛杉矶治安部门的技术评估官，对这种还没上市的设备推崇备至。“每个人都会对这种设备感兴趣，”他认为，“每个执法部门都会疯抢这东西。”

也许这种观点有点过于乐观，毕竟这种“电磁炮”还需要更多的测试。而且它还有一个隐含的缺陷：它对于那些没有安装电子系统的汽车无效——这就意味着，20世纪70年代中期以前的汽车，将不会受这种设备的影响。看起来，如果现在就说这种设备能够完全取代路障和钉带，可能还略有些早。

用不坏的东西

2005年，日本尼桑推出一款新的汽车涂层。和过去一百年使用的所有汽车漆相比，这种涂层有一种很特别的能力：当它表面被轻微划伤的时候，会自己恢复。两年后，在新款车型上，尼桑还推出了三种不同颜色的这种涂料，而搭配了这种自愈涂层的汽车，比普通涂装车要贵三万多日元——是否值得，完全见仁见智。

与现今一些新技术对比来看，这种涂料的性价比并不是很高。这种叫做“Scratch Shield”的涂料只是具有一定的弹性：当划伤时，涂料表面会凹陷下去；然后在外界热量的影响下，形状会慢慢恢复。如果浇上一桶热水，会恢复得更快。但是显而易见，如果划痕过深，或者涂层整块剥落的话，这种涂料也是束手无策的。

不过，这毕竟算是一次有益的尝试。机械和电路没有自我修复的能力，和动物机体不同。动物机体的愈合是相当复杂的过程，需要多种细胞的一起努力。凝结伤口、清理死亡细胞和细菌、分化出纤维细胞来连接创口、毛细血管增生以提供营养——在诸多功能各异的细胞的精密协作下，一周以后，除了一块小小的疤痕，再看不到其他痕迹。而机械制品，就目前来说，还不能指望它们具有这样精细的协调能力。这让修理业成了一门生意兴隆的行业，同时也让那些设计很难人工修理的设备的人，例如潜艇或者卫星的设计师们，战战兢兢。

有需求，就有研究的动力。俄罗斯、英国、美国等国家都开展了相关的研究，集中在对于外壳材料的自我修复和电路的自我修复方面。

2009年，美国南密西西比大学的研究人员发明了一种新的涂料。和尼桑的涂料不同，这种新的涂料看起来更像是皮肤的复制品。这种涂料中含有两种特别的成分：一种分子呈环状的烷类和一种叫做壳聚糖的大分子糖类。当涂层被划伤时，烷类分子的环会被破坏，呈现出化学活性，而阳光中的紫外线将会打碎壳聚糖分子，让这两类分子相互吸引，从而黏合及闭合划痕。整个过程只需要有阳光就可以完成，所需时间完全依赖于日照时间和强度。在最好的情况下，只要半小时，被划伤的表面就可以光洁如新。

这种涂料并不会像人体皮肤组织细胞那样生长和分裂，因此是一次性

的。如果下一次划痕还是出现在同样的位置，就没有办法恢复了。虽然有这样的不便，但是这种透明的涂料依然有着不错的前景。想想看，屏幕、手表、眼镜、鞋子、光盘，甚至相机的镜头，都可能使用这种涂料，让其在很长的一段时间内，一直光亮如新。

这项研究之所以受到关注，是因为它采用了一种新思路。过去，人们对自愈材料的研究方向，大多集中在提供一个可以随时供应替代物的冗余系统上。去年，德国的汽车厂商给一款跑车安装了自愈轮胎，采用的就是这种原理。轮胎的内壁涂了一层微小的胶囊，里面充满密封剂——就像快干胶水那样的东西。当轮胎被扎漏的时候，胶囊破裂，密封剂涌入裂缝，并且快速黏合。

这种原理也被用在飞机和航空器上。英国布里斯托大学的材料学家制造出一种可以用于飞机的复合材料，使用了玻璃纤维管、树脂和硬化剂。当出现破裂时，和德国跑车的轮胎一样，玻璃纤维管破裂，树脂被挤到裂隙中，硬化剂帮助其快速硬化。这种材料能够恢复原有材料80%以上的强度，足以将一场空中意外消弭于无形之中。可以说，这种自愈材料的原理已经比较成熟，商业化只是迟早的事了。

不光是轮胎和飞机的外壳，最近的一些研究结果让电路也开始有了类似的功能。加州理工学院试图开发出使用寿命更长的芯片，当这种芯片探测到某个晶体管坏掉的时候，会马上控制电流改道——整个过程会在千分之一秒内完成。伊利诺斯大学香槟分校的研究者最近开发出了一种微型胶囊，不过里面装的是导电的纳米管。当电子设备遭到碰撞时，胶囊会破裂，纳米管将会附着在电路上。如果电路因为碰撞而断开的话，纳米管会把它们重新连接起来，导通电流。

这些研究者认为，这种卫星胶囊可以用在任何电子设备中，特别是现在广泛使用的锂电池中。这无疑是个好消息，因为锂电池的高能量密度，爆炸起来几乎可以顶上一颗小型炸弹。现今在用的锂电池有由控制芯片和场效应管组成的保护装置，有些高级电池还有单独的保险丝，但是在这些基础上再多加上一道保险，总不会是什么坏事。

现在我们可以制造出这样的东西，但是距离可以永久使用的机械或者电气产品还是有很长的距离，也许还需要很多年。在那天来临之前，我们依然需要继续心惊胆战，继续频繁备份，继续为汽车上的划痕痛心不已。目前，我们恐怕只能如此。

让汽车告诉你

20世纪80年代的经典老剧集《霹雳游侠》在2008年重新复活的时候，让人着实激动了一把。满怀期待地下载了来看，结果大失所望。二十年前那辆让人惊艳的超级战车，现在看起来和满街乱跑的普通汽车没什么区别。

随着计算机技术的飞速发展，汽车正在变成完全不同的东西。自动驾驶、障碍物检测早就让人司空见惯，人们的下一个目标已经不再是提高汽车的操控性能和速度，而是想办法让汽车回到它最初的路线上：作为一种交通工具而存在，把它的乘客安全、快速地送到目的地去。

之所以这么说，是因为现在的汽车往往并不是最有效、最快捷的交通工具。随着城市规模的扩大，家和工作地点的距离拉长，通勤时间变长，增加了车辆保有率，同时不可避免地造成了交通堵塞。纽约大学做的一项研究表明，平均每年在洛杉矶，花在堵车上的时间就有82小时。这相当于两周的工作时长。

交通堵塞很让人伤脑筋。有些科学家试图用数学和模型来重新规划交通路线以减少交通堵塞，有些研究者则考虑从动态交通控制的方面着手。毕竟交通系统是一个随时都在变化的庞大复杂网络，其中的信息不对称是造成交通堵塞的重要原因——驾驶者并不知道在他前面的路上发生了什么。

在这种情况下，随时掌握路况就变得十分重要。除了从收音机里听到路况的最新播报之外，有些其他设备也开始投入使用，从手机、GPS到路灯柱等不一而足。而且，这些设备能够带来的好处，往往不光是能够帮助驾驶者节省交通时间这样简单。

在一条车流量过大的道路上，很容易发生交通堵塞。只要有一辆车出了一点故障，或者是与别的车辆刮蹭了一下，马上就会变成一次驾驶者的噩梦。对于控制车流量，传统的做法是在道路下埋上电磁感应线圈，当汽车驶过时，对车辆自动计数。这种方法成本高，而且每次布下一个新装置，都需要把路面刨开。剑桥大学计算机实验室改进了这种做法，他们不再使用电磁感应线圈，转而使用路灯柱。他们在路灯柱上贴上了可以无线传输信号的红外线感应装置，同样可以对车流量做出非常精确的

计算。而且，路灯柱遍及所有道路，还可以给传感器供电，看起来真是完成这种任务的最好工具。这些路灯柱组成一个非常密集的传感器网络，用它来监控城市所有位置的车流量变得轻而易举。

有了车流量的信息，就大致可以估算出哪些地段容易发生交通堵塞。接下来对车辆进行分流，就可以有效减少交通堵塞的可能。加州大学伯克利分校在这一方面做了些工作，他们给自己的研究计划起了一个很酷的名字，叫做“移动千年”。这个计划对那些智能手机用户——智能手机上安装GPS软件来说比较容易。“移动千年”的项目组已经和手机大厂诺基亚以及地图公司NavTEQ展开了一些合作，将加密过的地址信息和交通数据传输到驾驶者的手机上，告诉他们及时改变行车路线，而不是死板地按照传统GPS软件规划出的“最优路线”前进。众所周知，GPS的最优路线是以路程最短为目的设计的，而在不知道什么地方会有交通堵塞的情况下，路程最短并不意味着能够最快到达。现在的汽车驾驶者对从出发点到目的地的道路并不太关心，他们关心的是这条道路是否能够让他们在预定的时间内顺利到达。GPS可以告诉我们两点之间该怎么走，但是现在我们更关注怎么走才最省时间，以及最省钱。当下，“移动千年”的产品已经开始在欧洲的一些地方试用了。毕竟相比于美国这样“建立在车轮上的国家”而言，拥有悠久历史的欧洲各国，道路更不利于汽车行驶。

微软研究院总部开发了一个叫JamBayes的软件，从这个名字就可以看出，它是通过英国数学家汤玛斯·贝叶斯提出的统计理论来解决交通堵塞问题的。这个软件可以根据当前路况和历史路况来推断未来路况，准确率相当高。它不仅可以预估交通时间，还可以规划出最优路径，而且警告驾驶者早点远离交通堵塞——例如在交通流量最大的通勤时间。

而英国一个公司做了一个叫My Drive的系统，比Jam Bayes更不可思议。My Drive会学习驾驶者开车的习惯，并且以此来估算路程时间。这可比那种以平均时速来估算方法准确得多，而且对于纠正那些不良的驾驶习惯很有好处。在这个石油储量越来越少的星球上，每踩一脚没有必要的刹车，都意味着钱包会毫无意义地瘪下去一些。

所以，这些软件不仅可以让你更快地到达目的地，甚至对省钱和环保也有好处。有些软件可以实时监测燃油消耗，看到自己油箱空下去的速度，再折算成油费，想必每个驾驶者都会在开车的时候仔细考虑一下。

英国交通研究实验室就开发了一套这样的软件，它不仅可以监控油耗，还可以在加速和减速时给驾驶者提供建议。它和GPS软件一起工作，还能顺便考虑到路上的坡道、弯道、灯光和交通状况。在混合动力车上，这套软件可以减少大概四分之一的油耗，据它的开发者说，在普通汽车上的省油量也差不多。

老牌工业国家德国的做法别具一格。他们开发了一种叫做Car-2-Car的信息系统，可以让汽车与汽车之间进行信息交换，就像是我们使用手机的蓝牙功能传递数据一样。2008年10月，大众公司在一辆Passat Vatiant TDI和一辆Golf GTI装备了这种系统。汽车的速度、转速、车轮速度都被收集，现场的其他情况也被传递给了另一辆车，包括障碍物、附近的建筑和驶过的车辆等。

而这只是个开始。当所有汽车都可以通过无线网络自动连接在一起的时候，当信息以光速传递到汽车中的电脑并且能够实时反馈给驾驶者的时候，城市的交通状况也许会到达一个从来未曾想象过的全新程度。

电子·纸

2007年的11月，亚马逊网上书店的老总杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）和苹果公司的斯蒂夫·乔布斯（Steve Jobs）有过一次短暂的会面。贝佐斯请乔布斯试用亚马逊的新产品——一块白色的板子，上面密密麻麻地布满了按键。亚马逊打算卖这种东西，Kindle。乔布斯试着使用了一会儿，然后把它放在面前的桌子上。很明显他对这种产品不看好。“太难看，还没有触摸功能。”乔布斯说，“全键盘让机器的体积增大了20%，能替换电池的设计也太蠢了。而且，现在还有谁看书？去年40%的美国人只看了不到一本书。”

乔布斯说的不无道理，而且这种情况正愈演愈烈。在广播、电视，特别是互联网的冲击下，传统的出版业越来越步履维艰。《西雅图邮报》这家百年老报在2009年3月份关闭，而在2009年，美国已经关闭了一百家以上的平面媒体，甚至连著名的《奇幻与科幻》杂志也不得不由月刊改为双月刊。这可是恐怖小说大师斯蒂芬·金口中的“刊登美国最好看的短篇小说的杂志之一”啊。

虽然如此，当年的贝佐斯还是不愿意放弃Kindle。他对乔布斯说：“你瞄准的是5%的个人电脑用户，而我瞄准的是5%愿意阅读的用户。”

之后发生的事情大家都知道了。挂在亚马逊网站首页最显眼位置的Kindle大获成功，一年半时间就推出三个版本，更大、使用更舒适，以及能存放更多的书。现在去亚马逊买书的读者会发现，一些书推出了9.99美金的电子版本，可以直接下载到自己的Kindle里面阅读。这和那些动辄一百多块的书比起来，无疑更有吸引力。电子阅读手段的出现，开始改变过去数百年来的出版产业的模式，让书籍的成本几乎只剩下了支付给作者的版税和发行、保管、运输书籍的费用——而在字节化的信息时代，后几项费用几乎为零。在人类历史上，书籍第一次成为了“按需生产”的产品。

这是一次悄然发生，却终将席卷世界的变革。它的起源，只在于那块改变人们阅读方式的薄薄显示器。这是一类叫做电子纸显示（EPD,Electronic Paper Display）的新兴技术；在Kindle这种产品上，它被叫做E Ink。

电子墨水

E Ink是E Ink公司的注册商标。这家公司在1997年成立，创始人是麻省理工学院媒体实验室的教授约瑟夫·雅各布森，其他股东包括了英特尔、飞利浦、摩托罗拉等大厂。E Ink公司是最早将电子纸显示技术推向市场的公司，其技术原理是另一个EPD：电泳显示。

电泳显示并不是E Ink的首创技术。早在20世纪70年代，施乐公司著名的帕洛阿尔托研究中心（PARC,Palo Alto Research Center）的研究员尼古拉斯·K·谢尔敦（Nicholas K.Sheridon）就提出了这一设想。他设计了一种叫做“Gyricon”的显示设备：将大量小球塞进两层薄板中间，薄板之间的间隙充满比重与小球一样的油。每个小球的两个半球都分别涂上不同的颜色，而且根据颜色的不同，一半带正电，另一半带负电。这样，当给薄板某个区域加电时，相应区域的小球将会旋转，排列出图像或者文字，就像是马赛克拼出图形一样。

这项发明申请了专利，但是被施乐公司的高层取消了。这项短视的决策让电子纸的诞生晚了25年，直到20世纪90年代后期才真正面世。麻省理工学院的媒体实验室开发的新型电子墨水显示原理和Gyricon一脉相承，但是又克服了Gyricon的一些缺陷：它使用微型的、充满油的透明胶囊取代Gyricon的小球，同样把小球夹在两层薄板之间。小球里装了一些更细小的带电微粒，其中一些是黑色，另一些是白色。两种微粒所带的电荷不同，当给背部的薄板加电时，面板上就可以看到相应的图形。这项技术当然也被申请了专利，这就是E Ink。

E Ink可以显示多级灰度，可以制造成任何尺寸的面板，这些都是Gyricon所不能做到的。而Gyricon的优点，例如断电后依然可以保持图案不会消失、省电、可视范围广、对比度高等，都被E Ink完美地继承了下来。在E Ink公司的不懈推广下，使用E Ink技术的显示装置，终于出现在市场上。

然而E Ink的推广之路走得并不很顺利。当MP3音乐和播放器的大潮漫过全球的时候，使用E Ink的电子书阅读器却少有人问津。当然，书籍和音乐并不一样——虽然音乐也同样经过从模拟到数字的转变，但是人们似乎对这种转变安之若素。人们并没有过多地怀念磁带随身听，就转而非常容易地接受了CD和MP3。从MP3播放器诞生的1998年到现在，世界上一共卖出了超过5亿部MP3播放器，就是一个明证。

这也许是因为，人们固执地迷恋着纸质书籍的质感、新书的油墨味道、翻页时的沙沙声，还有旧书上颜色各异的批注。在传统的显示器上读书，无论是笨重的阴极射线管显示器还是轻薄的液晶显示器，都会让人无端地心浮气躁起来。这些代表着信息时代技术的科技产品，像是这个时代的缩影：理性、急迫且冷冰冰；它们和纸质书籍的柔软、沉静、踏实相比，显得面目可憎。正如杰夫·贝佐斯所说："书籍是模拟技术的最后堡垒。"

贝佐斯打算借助亚马逊强大的访问量和图书存量攻破这个堡垒。Kindle改善了设计，加上E Ink的天然优点，让阅读电子书变成了一件方便且愉快的体验。再加上从来没有过的、拥有数百万种书籍的选择，亚马逊让Kindle成了有实力取代纸质书籍的革命性产品。当然，如果价格再低一些，这场革命也许会来得更快一点。

但是，要想让E Ink降价是很困难的。作为拥有这项专利的唯一企业，E Ink公司2009年已经被中国台湾地区的元太科技收购，后者曾经是E Ink面板的生产商。现在全球大多数生产电子书阅读器的厂商都在依赖元太科技：它的客户名单上除了亚马逊之外，还包括飞利浦、索尼、翰林、汉王、福昕等我们耳熟能详的电子书阅读器企业。

专利权像是一道电网，拦住了其他厂商试图生产类似产品的努力。但是面对正在扩张的这块电子书大蛋糕，不少企业都开始各显神通，想尽办法要分一杯羹。各种新的电子纸显示技术纷纷出现，迎来了春天。

那些挑战者们

E Ink的最大缺点在于，它只能显示黑白文字和图像。虽然元太科技正在努力升级E Ink的灰度，从4阶到8阶再到16阶，但是显示彩色图像目前还是在实验室中研发的目标。除此之外，E Ink变换图像的速度太慢，这让其不能够播放视频；而它省电的巨大优点，随着电池技术的发展，也许将会变成一个并不很重要的特征。而且，E Ink不能自身发光，在弱光下很难看清。如果额外加装照明设备，又会导致成本和耗电量的增加。虽然E Ink够好，但是它并不够完美。

那些打算避开E Ink专利的厂商，正在研发完美的电子书显示设备。IBM、西门子、LG、飞利浦、索尼、富士通、三星、友达光电，甚至过去专注于制造轮胎的普利司通都开始进入这一代表未来趋势的产业当中，而且已经开始纷纷推出自己的相关产品。就目前来看，技术比较成

熟的有两种：胆甾液晶显示（ChLCD,Cholesteric Liquid Crystals Display）和有机发光二极管（OLED）。

液晶是一种特殊的材料，它像是液体，可以流动，但是光学特性却和晶体相似，在不同的方向上有不同的透光性。这种现象早在1888年就被发现，但是直到20世纪60年代末，液晶材料才被用于显示。现在，液晶显示器早已到处都是，大有取代传统阴极射线管显示器的势头。胆甾液晶材料是三大类液晶材料之一，它的分子呈扁平层状结构，而层与层之间的重叠又是螺旋状结构。这种特征让它也被称为螺旋液晶分子。和其他液晶显示不同的是，胆甾液晶显示类似E Ink，具有双稳态的特点。也就是说，当停止供电后，它会保持供电时的状态，其上显示的内容可以保持较长的时间。

胆甾液晶显示技术的基本专利由美国肯特显示（Kent Display）公司持有，目前市场上已经有了产品：2009年3月份，富士通（Fuiitsu）公司终于公布了研发多年的电子书阅读器FLEPia，使用的就是这项技术。和使用E Ink技术的阅读器相比，FLEPia最吸引人的是26万色显示功能，但是随之而来的还有只有不到50小时的使用时间和相当高昂的价格——售价1000美元以上，足以吓退不少读者。但是这似乎并不足以阻挡富士通的决心，他们最近要在台湾与一家当地企业一起建造一家工厂，专门生产FLEPia和其他的胆甾液晶电子书阅读器。也许过不了多久，这种彩色阅读器的价格就可以降得更有竞争力一些。

和胆甾液晶显示相比，有机发光二极管的先天优势更强一些。它低电压、高效率、高对比度、高亮度、自发光、重量轻、厚度小、像素颗粒小、响应速度快、可弯折，甚至可以做成透明的——这一连串的优点让有机发光二极管看起来像是终结其他显示器的杀手级产品，单是想一想都会让人激动万分。

只有一个小问题——有机发光二极管的技术还不成熟，不足以应用在电子书阅读器这样大的显示设备上。现在有些手机这样的小型的随身电子设备已经开始使用有机发光二极管显示面板，但是更大型的面板还没有上市的产品。在从小屏幕前进到大屏幕的道路上，有机发光二极管危机重重：面板的隔绝问题难以解决、电流控制难度大、使用寿命并不尽如人意。

即使如此，有机发光二极管依然是明天的显示之星。也许我们会很快看

到使用这种技术的电子书阅读器，它颜色亮丽，反应迅速，无需其他光源，还可以卷起来。简直是哈利波特世界里的魔法产物。

关于现在，关于未来

科幻大师阿瑟·克拉克爵士说："任何足够先进的技术，初看都与魔法无异。"的确如此。我们今天想象不到的技术和产品，正在某处的实验室里缓缓成型，酝酿着一次闪亮登场。

索尼公司的研究人员把一种白色胶体夹在两层薄板中，加电时，相应位置会析出银原子呈现出黑色，掉电时又会重新变白；船井电机新应用技术研究所去年宣布开发出了电子变色显示（ECD,Electrochromic Display）设备，使用电压变化来控制染料溶液显色与否；普利司通和日本千叶大学合作开发出了使用固体粉末的电泳显示电子纸；飞利浦以色列分公司开发出可编织的电子发光材料；美国辛辛那提大学和SUN化学公司今年开发出使用疏水性表面和微型燃料胶囊制造的彩色电子纸……电子纸显示技术的大家族里，从来没有过这么多成员。

电子纸超脱了传统"纸"的内涵，也同样跳出了概念中的纸张使用范畴。电子纸技术可能成就新一代的电脑、电视，取代广告牌、路标、信息板，替换风挡玻璃和落地窗，出现在任何需要显示的地方，甚至是衣服或者眼镜上。它带来的革命不仅仅在传统出版行业，它可以无处不在。

纸如蝶翼

iPad上市热卖燃起了人们对于平板设备的新希望，也让显示设备的竞争格局变得更加捉摸不定。现在市场上已经有了许多种显示技术，从专攻电子书阅读器领域的E Ink到有悠久历史的液晶显示，再到被视为明日之星的OLED，不一而足，但是其各自的缺点也十分明显。通信大厂高通所持有的一种新显示技术已经接近商业化阶段，也许会成为这个领域强有力的挑战者。

这种被命名为Mirasol的显示设备基于微机电技术，以自然光的干涉效应来产生可媲美真实世界的彩色显示效果。它可以播放视频，阅读感受接近真正的纸张，而即使与以省电著称的E Ink相比，耗电量也称得上极小——看起来简直像是结合了大多数现在显示技术优点的梦幻产品。有趣的是，它的颜色单元实际上并没有色素，而只是通过空气干涉而产生出不同的颜色。

1801年，英国物理学家托马斯·杨（Thomas Young）在实验室里成功地观察到了光的干涉，这是光具有波的性质的最有力例证。当几列来自同一光源的光波在空间相遇时会相互叠加，如同我们在一个池塘里同时扔进几块小石头时看到的那样。这些光波的叠加在某些区域始终加强，在另一些区域则始终削弱，从而形成稳定的强弱分布的现象。而因为每种颜色光的波长不同，自然光的干涉条纹会呈现出彩虹中的各种颜色。

当一束光透射到一层透明薄膜上时，薄膜的上下表面将对这束光分别反射，反射光波会在空间相遇而形成干涉，薄膜的厚度不同，就会产生不同宽度和颜色的干涉条纹。这种原理现在已经在许多领域得到了应用，例如全息成像、干涉成像光谱仪以及各种干涉传感器等。而高通则将其用在显示技术上——通过空气薄膜的不同厚度来控制干涉的颜色和亮度，从而制造出彩色的显示装置。这一原理与蝴蝶翅膀上的小鳞片相当类似。蝴蝶翅膀由两层薄薄的鳞片组成，上面一层鳞片彼此交叠，而下一层则比较光滑。当阳光照射在蝴蝶翅膀上时，两层鳞片之间的空气薄膜会产生干涉，以展示出缤纷多彩的颜色。

2004年9月，高通以1.7亿美元收购了从事手机屏幕设计研发的Iridigm Display公司，并且稍后将其改组成独资子公司高通微机电技术公司，用

于开发这种被称做IMOD（干涉测量调制，Interferometric Modulator）的显示技术，商品名被称做Mirasol。与蝴蝶翅膀的结构类似，每个Mirasol单元也同样由两层组成，上一层是玻璃基板，下一层是反光膜，之间的空隙则构成了空气薄膜。能够实现颜色的技术基础在于对显示单元空气薄膜厚度的控制：红绿蓝三原色对应的标准波长分别为700.0、546.1、435.8纳米，对应的薄膜厚度为其波长的四分之一，即175、136和109纳米。当通电时，反光膜将会在静电的作用下靠近玻璃，干涉消失而呈现出黑色；而断电时反光膜将会离开玻璃，因空气薄膜的厚度不同而呈现出不同的颜色。每个像素由82个显示单元组成，每种颜色分别有14个单元，每一个单元都可以单独通过电路控制闭合和展开，从而为红蓝绿三原色提供15种不同的强度，进而搭配出宛如真实世界的彩色效果。

与其他显示设备相比，Mirasol具有相当大的优势。和液晶相比，它不需要背光灯，强光下阅读效果好，耗电极低；和E Ink电子纸技术相比，它的亮度更高，可以展现彩色，刷新速度快得可以播放视频。Mirasol面板的厚度只有1.5毫米，静态功率低于1毫瓦，可以搭配触摸屏，可以使用现有设备生产，而且生产工艺比LCD要简单得多，还可以实现400～1000dpi的显示精度，这种精度已经和传统的纸质书籍不相上下。使用了Mirasol屏的便携电子设备，屏幕耗电比例将从现在液晶屏的50%以上变为仅有6%左右，这将会对电子设备进一步缩小体积带来正面的影响。

2008年5月，高通和Foxlink宣布在台湾桃园龙潭科技园建设合资公司Sollink和生产工厂，专注于Mirasol显示器的设计和制造。该工厂已经开始运营，而市面上也已经出现了使用Mirasol显示技术的产品，例如2008年11月上市的海信C108手机。

海信C108手机上使用的是1.2英寸的小屏幕，而手机屏幕相对于每年上千亿美元的显示设备市场来说只是一小部分。2010年1月的CES展会上高通推出了5.7英寸的Mirasol显示屏，能够达到1024×768的分辨率，与使用9.7英寸液晶显示屏的iPad分辨率相当。诸多优势让它可以用于各类领域，从电子书、平板电脑到户外广告都是可能的方向。

最近可能会在市场上看到使用Mirasol屏幕的电子书产品，目前还没有办法判断将会是哪家公司的产品。虽然5.7英寸屏幕对于电子书来说也可

以算得上是及格，然而却显然不能满足市场的需求；而更大尺寸的显示面板也在设计当中，但是何时上市依然是未知数。

对Mirasol来说，目前的最大问题是工艺和成本。这样大规模的微机电系统良品率偏低，而且其现在的成本也高于有近二十年历史的E Ink。不过可以相信，随着技术的发展，这些都将不是问题。而对于大多数技术面临的商业化门槛问题，在曾经成功推广CDMA技术的高通公司面前，也许只是一个不太重大的挑战而已。

快门拼图

色彩亮丽、轻薄且省电，差不多就是人们对便携显示装置的全部要求。在过去的四十多年间，液晶显示器一直是能够在这三者之间取得平衡的最佳典范，但是现在更多更新的显示技术，让液晶显示器看起来似乎已经走到了尽头。有机发光二极管（OLED）显示器已经有了样机面世，以E Ink为代表的电泳显示早就借由诸多厂商的电子书走进人们的书包，高通公司的Mirasol技术早已出现在手机上，并且雄心勃勃地打算成为液晶终结者。现在在这个竞争激烈的市场上又出现了新的竞争者：利用数百万个微小的快门，Pixtronix公司的PerfectLight技术，打算掀起一场新的革命。

传统的液晶显示器在背板上安装灯管或者发光二极管（LED），让光线透过偏振片，再经由透明的像素和滤色片照射出来，被我们看到。经过重重损耗之后，只有大约6%到8%的光线能够透出，剩下的超过90%的光线——也就意味着能量——都被浪费掉。能够自身发光的有机发光二极管不存在这种浪费，但是它需要相当程度的密封，而完全地隔离氧气和水是个大难题。E Ink电子纸和Mirasol只能反射光线，在环境较暗的时候无法使用。而PerfectLight这种新技术，就像它的名字暗示的那样，能够解决这些问题：现在试制出的2.5英寸显示面板，能够达到320×240的分辨率，而功率只有45毫瓦，比液晶显示器低了75%。虽然它还是比Mirasol或者电子纸这类反射式显示技术的耗电量要高一些，但是可以不用担心环境亮度的问题。

开发出这种技术的Pixtronix公司，一直致力于将微机电技术应用于显示领域。这家位于美国麻萨诸塞州安多弗的私人企业另辟蹊径，将显示面板变成了成千上万个微小快门的组合体，每个快门的长宽都只有0.16毫米，大概相当于两三根头发并排在一起的宽度。这些快门可以以每秒钟一万次的速度开合，让光线透过或者被阻拦。而它的颜色，靠安装在侧边的发光二极管来实现。

没错，像液晶显示器一样，PerfectLight也有背光灯，只不过是彩色而非白色的而已。从侧面看，PerfectLight像是个三层的汉堡包，最底一层是背光板，有着几乎能够反射所有光线的图层，侧边安装了能够发出所有

色光的LED灯，中间一层是反射层，最上面的面板就是快门。LED发出的光线会在背光板和反射层之间往返折射，并且通过精心设计的光路，确保能够传递到任何一个角落，直到快门打开时才会被人眼接收到。通过频繁地点亮、熄灭LED灯和控制快门的开关，就可以得到一幅拼图，被我们所看到。这个过程太快以至于人眼来不及反应，只会将它们混合成一幅绚丽的画面。我们可以将这种技术理解成印刷行业已经使用了许多年的多色套印技术：在同样的版面上使用不同的颜色分次印刷，最后得到彩色的图案。

只有LED能够快速点亮和熄灭的特性以及这种被称做“数字微快门”的微机电快门才能够实现这样的功能，这样的高速度让传统显示装置望尘莫及。现在的液晶显示器可以达到每秒钟刷新一百多次画面的程度，而PerfectLight能够达到1440次，是液晶的12倍。

早在2008年，这种产品就进入了公众的视线。它不使用滤光片和偏振片，在减少了工艺难度的同时，让光线透过率大大提升：当时实现了60%的透光率，已经达到了液晶显示器的10倍。2009年10月，更成熟的产品出现在国际平板显示器展会上，还带来了一些惊喜：可以根据周围的亮度来调整屏幕的亮度，还能在周围亮度较高的情况下进入反射模式——而且它可以关掉所有背光灯而呈现出黑白的效果，就像电子纸那样。

现在，Pixtronix已经和一家亚洲厂商合作，开始生产小尺寸的产品，预计今年就能在市场上出现。这种技术不需要对现有液晶显示器的生产线进行太大的改变，而且生产成本会降低60%。Pixtronix的CEO托尼·左纳（Tony Zona）说，人们更多使用便携性的多媒体设备，需要更高画质和更低的耗电量。现在，高品质的多媒体往往需要高耗电量来作为代价，而Pixtronix将会凭借PerfectLight来改变这点。

也许会是这样，但也许他有点过于乐观：PerfectLight并不是唯一拥有这些优点的技术。“让每个孩子都有台电脑”项目（OLPC）的创始人之一玛丽·卢·杰普森（Mary Lou Jepsen）早在几年前就开始开发节能的显示装置，她的团队开发出的Pixel Qi同样能够在省电和可用性之间达到很好的平衡，让笔记本既可以像传统液晶显示器那样显示动画，也可以关闭背光，以黑白的方式来阅读。2009年被Rambus公司收购的Uni-Pixel也正在开发类似的技术，并取得了诸多专利，并且和三星合作，打算在近

期将产品推向市场。谁能够最终成为新一代显示器市场上的胜利者，目前还很难说。

柔软的创新

虽然大概从十年前开始，柔性显示器就已经成了电子产品和技术展会上的常客，但是直到今天，我们还从来没有在商店的橱窗里看到过真正的产品。不过它可能真的要来了：台湾工业技术研究院已经授权显示器和电子纸生产商友达光电使用他们的新技术，2011年内也许就会有柔性显示面板产品上市。工研院的这种新技术，也许将会改变世界。

这样的评价，是《华尔街日报》邀请的独立评审团专家作出的。这种叫做“多用途柔性电子基板显示器材料”，简称Flex UPD的新技术，在2011年的前4个月中连续获得了《研究与发展》杂志的R＆D100和《华尔街日报》科技创新金奖两项大奖，而众所周知，这两个奖项只发给全球范围内最有创意和最具有突破性的发明。有效而低成本地改进柔性显示面板的生产效率，显然能够满足这两个条件。

目前的几种柔性显示面板生产技术虽然各有不同，但也有些相同之处，例如它们都需要在一个坚硬而平坦的硬质底座上黏合一层柔性基板，再在柔性基板上一层层地制作和放置电子元件以及各种面板，接好线路后再把完工的柔性显示面板从底座上撕下来。之所以这样做，是因为在精细的显示组件制作过程中，需要精确固定柔性基板的位置和平坦度，误差只能以微米来计算，以让电子元件之间不至错位。这就要求柔性基板要能够稳固地和底座相结合；而在制作完成之后把柔性显示面板从底座上撕下来的过程，又要求基板能够轻易地脱离底座。这样自相矛盾的要求很难达到，剥离柔性面板的时候往往会有轻微的变形，导致电子元件线路错位，良品率降低，而单件成本则一路飙升。柔性显示器当然会改变世界，但是需要更成熟的技术才行。

对于这个难题，过去有过一些解决方案：例如在硬质底座上真空沉积一层薄膜，在这层薄膜上放置基板和元件，最后连薄膜一起撕离；或者用激光从侧面蒸发一整层硬质底座以方便剥离。但是这些方法或者耗时过长，或者容易造成损伤，所以一直没有获得商品化的广泛应用。相比而言，Flex UPD技术则要方便得多。

Flex UPD通过在生产过程中添加一层叫做“离形层”的特殊材料，来满足生产柔性显示屏时的矛盾要求。在生产的时候，离形层通过黏着剂固定

柔性基板和底座，以方便生产时的精确对位；而在完成所有的制程之后，只需要简单的切割工序，就能轻易地把柔性面板和底座分开。在柔性显示面板的生产过程中，离型层的作用和纸杯蛋糕的纸杯很像。

在应用了Flex UPD技术的显示面板生产线上，首先会通过真空蒸镀或者网印的方式，在硬质底座上形成一层比面板面积略大的离形层，通常以聚对二甲基苯为原料。接着在离形层上涂刷环氧树脂之类的黏着剂，涂刷的面积要比离形层更大一些，随后就可以在黏着剂上放置柔性基板，进入传统的半导体制程，直到连接好供电和信号线路为止。

在制作完成之后将进入切割工序。只要沿着离形层的边缘切割，整块柔性显示面板就能容易地脱离底座。硬质底座、离形层、黏着剂和柔性基板都有多种材料备选，剥离下来的柔性显示面板可能会和离形层黏接在一起，也可能与之分离；而底座上残留的黏着剂，可以使用激光来将之气化。

这种技术的重点在于寻找和开发性能最优的材料，不仅要能承受半导体器件生产过程中的高温和各类化学品，还要有足够的强度、足够的柔韧性以及够高的透光率。研发过程花费了研究人员四年多的时间，解决了无数难题，申请了超过百项专利，而最终的效果相当令人满意。“这项柔性显示器技术为制程提供了简易又一流的解决方案。”评价来自《华尔街日报》的评审专家之一、英国通信传播委员会科技资源主席威廉·韦伯（William Webb）。

除了能够大幅提高柔性显示面板的良品率之外，Flex UPD技术还有一个相当有吸引力的特性：传统的显示面板生产商不需要采购额外的设备就可以应用这套技术。它不仅可以用于柔性液晶面板，有机发光二极管（OLED）显示面板、电子纸面板也将会从这种技术中获益。

在最近的一次展示中，我们已经看到了使用这种技术生产的柔性超薄TFT液晶面板，使用聚酰亚胺基板，厚度只有0.1毫米，弯折半径可以小于5厘米，能够经历过万次的弯折而不受损。看起来，卷轴式的PDA或者电子书阅读器已经不再遥远，而大幅面的壁挂柔性显示器也将会很快成为现实。

液晶显示面板大厂友达光电已经获得了工研院的授权，开始设计和生产柔性显示面板产品。友达光电已经在2009年3月收购了美国电子纸技术开发及生产商SiPix，将它的专利“微杯”技术收入囊中，而以其最近的表

现来看，我们有理由相信，在2012年之前就能看到的那款柔性显示设备，很可能会是一部令人耳目一新的电子书阅读器；而在所有的IT产品中，怕是没有比它更适合用来迎接新年的了。

千足之虫，任重道远

储存，储存，储存。看看你的周围，那些手机、照相机、摄像机、MP3、电脑，还有书架上一叠叠的CD和DVD，你有多少储存空间？你需要多少储存空间？

我们总是需要更多的储存空间，越多越好。当1TB的硬盘被塞得满满当当的时候，当屏幕右下角弹出小窗口，告诉你硬盘空间不足的时候，你会怎么办？考虑再挂上一块？我相信这是很多人的第一反应。

难以想象，每天有多少数据化成光脉冲或者电脉冲在这个互联网上游荡。有一个悲观的报道，声称从2008年开始，我们生产数据的速度就已经开始超过我们生产储存设备的能力——这其中很大一部分，要归功于那些无所不在的监控摄像头，它们有效地吞噬了大量的存储空间。这也就意味着，如果没有更好的技术和更大的生产能力，在未来几年中，我们可能会陷入无处存储的窘境——那可是一场灾难。想想看硬盘生产商因为硬盘价格暴涨而偷笑的嘴脸吧。

不过需求总会刺激供给，这是颠扑不破的真理。IBM的“千足虫”存储芯片计划，似乎可以给这个数据过量的世界带来一点希望。1TB每平方英寸的存储能力，看起来真像是梦幻。邮票那么大的面积，储存1TB数据，谁都会动心。

这是一个做了很久的梦。从2002年6月，IBM瑞士苏黎世研究中心制造出“千足虫”芯片的原型开始，IBM每年都会把它拿出来公布一下，让人们继续心存希望——曾经还有几次信誓旦旦地说，这种产品很快就可以商业化，然而每次却都让人望眼欲穿之后，渺无声息。三年之后又三年，现在这种技术还是在实验室中，依然看不到上市的计划。

无论如何这种技术还是很可爱的。除去它能带来的强大存储能力不说，它的构想本身就很有趣。我们可以把它看成打孔纸带的微缩版本，或者看成极其微小的可擦写光盘，或者看成针式打印机……总之是这些能打孔的东西。不过它最大的特征，是被打孔的介质可以反复使用、拥有众多可以同时工作的打孔针头，以及打出的孔只有10纳米大小。这像是让IBM又重新带回了最初——这家公司就是从生产打卡机起步的。

从表面上看，千足虫芯片和我们现在所使用的芯片没什么不同，同样是

方方正正的一小块，上面引出密密麻麻的导线。只有在电子显微镜下，我们才会看到一些差别：它是一个微小的机电系统，含有大量的机械部件，可以进行轻微的移动。从侧面看上去，它有点像是一块正方形汉堡包，只不过最上层的那片面包，遍布着密密麻麻的读写头。现在IBM已经制造出了拥有4096个读写头的千足虫芯片，横向和纵向上分别都是64个。而且就理论上来说，4096个读写头和16384甚至65536个读写头并没什么太大差别——制造工艺上的难度几乎不存在。

在这块千足虫汉堡包的下层，是一片只有几十个纳米厚的特殊塑料，它会在400摄氏度下熔化。所以我们可以很容易地理解千足虫的工作原理，它和光盘差不多——移动的不是读写头，而是盘片本身。当我们要写数据的时候，读写头加热到400摄氏度，在塑料层上熔化出一个小坑来代表1；读数据的时候，读写头会探一下，通过当前位置是否有小坑来判断数据是1还是0；而当要改写数据的时候，读写头会在附近熔出一系列的小坑，来把塑料层的表面填平。

如果就单个读写头的速度来看，这种思路并不能让人满意。写入一个1的时候，需要找到合适的位置、加热读写头，然后读写头伸出，熔出一个小坑之后再收回——这要花太多的时间。但是在多个读写头同时并行工作的时候，这点缺点就不成问题了。随着读写头数量的增加，读写速度会有相当大的提升。就目前而言，这种技术的主要困难在于，它寻址的速度太慢，而且它对于防震的要求实在是太高——在以10纳米为单位的移动过程中，只要有一点点的震动，都会造成可怕的数据错误。另外，它的工作温度居然要400摄氏度？有点烫。

幸好，这个问题也许可以解决。2009年9月，韩国庆北的浦项科技大学开发出了一种新材料，也许能给千足虫带来翻身的机会。他们开发的这种材料是一种对压力敏感的聚合体，就像某种塑料。它可以在压力下迅速变软，在没有压力时变硬——这让千足虫可以在室温下工作。

这算是个好消息，但也许并不能让千足虫芯片更快出现在我们面前。在官方文献中，IBM似乎从来没把千足虫的发热量和功耗当成问题，他们认为更大的问题应该是这块芯片是否能够保持足够的稳定。这是有机械部件的存储设备的宿命，就像是使用闪存芯片的MP3和使用小光盘的MD之间的区别一样。当我们带着MP3跑跑跳跳的时候，怎样才能保证千足虫老老实实地读取数据，而不会读错、写错位置呢。这个真的很

难。

20世纪70年代，IBM发明了现今硬盘的基本结构，并且称之为温彻斯特技术。这种硬盘结构沿用至今，还没有遇到足够成熟的挑战者。在固态硬盘技术的飞速发展面前，千足虫可以延续温彻斯特技术的辉煌吗？或者最终因为无法逾越的障碍而不得不中止，就像达·芬奇的笔记上那些极为超前但是却在技术限制下不得不取消的研究？我们没有办法知道。

有件事倒是很有趣，“千足虫”这个名字暗合了我们的一句老话：“百足之虫，死而不僵。”说不定某天，我们就真的可以看见它咸鱼翻身，以王者降临的姿态出现在我们面前，将庞大数据量带来的乌云一扫而空。

希望越快越好。

淡水芯片

虽然世界表面超过70%被水覆盖，但是我们可以直接使用的淡水却并不算多。海洋中的苦涩咸水占了总水量的97.5%，剩下的淡水中又大部分集中在南北极和冰川上。数百万年来，人类只能依靠仅占总水量0.2%的淡水生存，而这些可怜的淡水却又分布极端不均，导致世界上五分之一的人口用水短缺，许多人坐守着汪洋大海，却无淡水可用。

将海水变为淡水是个历史悠久的课题。虽然早在1954年人们就修建了大规模的海水淡化厂，但是直到目前为止，最常见的海水脱盐方式依然是半透膜反渗透或者多级闪蒸。前者利用薄膜让水分子通过而阻止其他杂质，后者则通过多次压力降低让水迅速以蒸汽的形式逸出。这两种方式的成本都比较高，而且并不适合制造成便携式的淡化装置。现在美国麻省理工学院和韩国的研究者们制造出一种可以用于淡化海水的芯片，为海水淡化提供了一种新思路。

这种芯片与传统集成电路芯片的制作方式类似，通过简单的光刻和腐蚀工艺就可以完成。它可以将海水中盐类的浓度提升并且通过一条通道排出，而从另一条通道中产生相当不错的淡水。它基于一种叫做离子浓差极化（ICP,Ion Concentration Polarization）的现象来实现这种淡化过程，而其低能耗的特征令人印象深刻：制造1000升淡水，只需要3.5度电。

离子浓差极化是一种向电解质溶液通电时会发生的现象。当电极上通过电流时，在那些离电极较近的溶液中离子会靠近异性电极，而远处溶液中的离子又来不及补充，从而在电极外制造出一层离子浓度较低的溶液层。这种现象在电解和电镀的过程中是有害的，因为它意味着需要更强的电流或者频繁的搅拌来减小因离子分布不均匀而带来的负面影响；但在麻省理工学院开发的这种净水芯片中，却刚好利用了这一层薄薄的低浓度溶液——它也就意味着高质量的淡水。

麻省理工学院电子电气和计算机学院的助理博士后金铉宰（Sung Jae Kim）和助教韩俊允（Jongyoon Han）以及他们的韩国同事在一块邮票大小的软硅胶基板上制造出了这种分离淡水的装置。芯片上微小的水道呈Y字形，中间的交点就是盐水和淡水的分离处，和V字形的地线相连。在加上75伏电压以后，流经入水通道的海水将会在交叉点分道扬

镳：高浓度的溶液会经由盐水出口排出，而人们可以从淡水口收集那层离子浓度低的溶液。

这项技术的关键在于水道的宽度和电压。如果宽度过宽的话，那么电极表面的低浓度溶液，也就是我们需要的淡水将会混合着盐水一起排出；而宽度过窄的话，将会造成能量的浪费，以及减小出水量。现在在这块芯片原型上，入水通道的宽度是0.5毫米，而每个出水口宽度只有0.25毫米，深度是0.1毫米左右。它的测试效果令人振奋。

在测试中，研究人员首先在美国马萨诸塞州伊普斯维奇的Crane海滩取得海水样本，在其中加入了血细胞、一些垃圾碎片和别的物质来让它更加符合海水的实际情况，然后用过滤装置将超过通道直径的杂质滤出，再通过这块芯片。在显微镜下可以清晰地看到，加电后半秒钟，浑浊的海水在Y形通道的交叉点处分叉，清澈的水流向淡水出口，而更加浑浊的高浓度盐水流向盐水口。实验证实这种方法已经能够去除海水中99%的盐分和其他杂质，产出的淡水占总水量的一半。当然，这种方法只能用于去除带电的离子和杂质，对于电中性的微粒来说并不适用。从淡水口产出的水依然需要通过例如活性炭过滤这样的方式来处理，才能够成为安全的饮用水。“这种芯片可以将海水和苦咸水中的细菌和其他粒子分离出去，而且不会产生任何堵塞问题，”韩俊允说，“这在美国可能不是什么大问题。但是在印度，很多的饮用水都是苦咸水或者咸水，这个特点就显得非常重要了。”

现在，这种净水芯片的工艺和成本已经不算大问题，毕竟光刻和腐蚀工艺在数十年的发展过程中变得相当成熟，研究者们更关注的是它的工作效率。在这个实验室产品中，因为通道容量的限制，每分钟可以入水0.02毫升，而只能产水0.01毫升。这意味着，如果满足一个成年人一天4升的饮水需求，一块芯片需要工作9个月。

将大量这类芯片集成到一起，可能是更好的办法。研究者们现在开始制造一个拥有100个净水单元的面板，来验证规模化集成对脱盐处理结果的影响，以及尝试完成一个包含10000个净水单元的系统。在理想状况下，这样的一个系统每小时可以生产6升淡水，足以支持一个中型家庭的需要。

在偏远地区和欠发达地区，这套海水淡化装置将可以利用太阳能电池产生的电力来运行，只需要将海水从装置顶部灌入，就可以借助重力的帮

助，从底部收集淡水。它还可能会成为灾难救援的好工具，也会为其他需要便携式海水淡化装置的场合提供帮助。然而，在这种美好前景面前，这种芯片依然需要通过大规模集成的实验和测试难关，才能确定它是否真正具有推广价值。研究者们认为，进行规模化和改进的过程大概需要两年时间。考虑到地球上正在面临的缺水困境，两年时间，无疑是可以接受的代价。

净水的纳米

露营的时候，我们可以用塑料膜收集露水和蒸馏水，不太紧急的话，随身携带几小块明矾也能将水净化到可以饮用的程度。但是大规模的供水设施则无法使用这种方式，而这正是目前大多数资源匮乏地区和发展中国家所面临的问题——在今天的世界上，有接近十亿人无法获得足够清洁的饮水。研究者们正在尝试将纳米技术应用到水处理当中，最近出现的一些基于纳米纤维的吸附、过滤和催化杀菌材料，也许可以让更多的人逃离因饮水而导致的疾病和死亡。

吸附剂的吸附效率和它的粒径大小有关，而纳米粒子的粒径只有数十到数百纳米，这让它能够获得更好的吸附效果。就像活性炭在冰箱除味剂中起到的作用一样，拥有的巨大表面积能够吸附水中的有害物质。使用纳米纤维制成的过滤网能够提供更好的过滤效果，而纳米颗粒所具有的和宏观物质不同的物理化学特性，又让它能够提供传统滤网不能提供的功能。

早在2006年，加州大学洛杉矶分校的研究者开发出使用高分子半透膜和纳米颗粒进行海水淡化的方法，通过使用亲水的纳米颗粒促进水分子快速通过，同时将其他不需要的废物推离薄膜的表面。这种技术制造出了不再需要频繁更换的滤网，同时提升了过滤效率。现在已经有了市场化的产品，使用这种滤网的海水净化装置将减少一半的能耗，从而让淡化水的总成本下降四分之一。

在淡水的净化方面，纳米材料的优势也开始逐渐显示出来。例如，纳米二氧化钛粉末比普通的二氧化钛粉末拥有更好的催化性能，能够在光照下以更高的效率分解水中的有机物。这种方法已经被用于净水处理当中，但是传统的方法需要高强度的紫外线照射，这使得它在阳光下的效率并不尽如人意。2010年2月份，沈阳材料科学国家实验室和美国伊利诺伊州立大学的科学家发现，通过添加一些金属钯的纳米颗粒，能够让二氧化钛纳米滤网在日光下起到不错的杀菌作用。当阳光照射到这种滤网上的时候，光子的能量将和催化剂一起将水分子分成氢气和游离的氧原子，而作为一种强大的氧化剂，氧原子能够迅速消灭水中的病菌。实验表明，通过这种方式，人们可以在一个小时之内，将一杯含有大量大

肠杆菌的污水净化到可以饮用的程度。

对于无机物污染的净化也是类似。在东南亚地区，有数千万人正在受到含砷的饮用水的威胁，皮肤癌和皮肤损伤是最常见的后果。美国赖斯大学的研究者使用氧化铁纳米颗粒吸附水中的砷离子，效果比传统的吸附剂高出数倍。这种被叫做“纳米锈”的微小颗粒具有磁性，可以方便地通过磁铁从水中去除；而清洁一升水，只需要几百毫克这种纳米颗粒就够了。

甚至在对水质检测方面，人们也找到了基于纳米材料的新方法。江南大学和密歇根大学的研究者用滤纸浸透含有碳纳米管和常见毒素抗体的溶液，将之烘干，并且重复这个过程，直到滤纸能够因为碳纳米管的作用而导电为止。将这种滤纸浸入受污染的水中，毒素将会和抗体结合，将碳纳米管分离，从而影响其导电能力。通过测量滤纸的导电能力，人们就可以知道水中的污染物情况。

现在，南非和其他一些国家的村落已经开始建设基于纳米材料的净水设施。这的确可以解决迫在眉睫的淡水缺乏问题，但是它的安全性却让人们疑虑重重。其中最重要的问题在于，我们目前还不完全知道当这些纳米材料进入生态环境中时，将会带来什么样的后果。纳米颗粒几乎无法被过滤，一阵小得甚至无法感觉到的微风，就足以将这些直径只有数千万到数亿分之一米的颗粒带入空中。已经有了一些证据表明纳米颗粒将会对生态系统带来危害，例如当纳米材料进入下水道淤泥，而这些淤泥被用做肥料时，将会影响植物生长；而2009年北京几位女工在通风不畅的印刷厂房中发病的案例，让人们对吸入纳米颗粒可能导致的危害展开了新一轮的争论，直到目前还没有确定的结论。当纳米净水装置进入家庭或者村落的时候，纳米材料的有效回收又将会成为新的严重问题。

除了环境问题之外，成本也是不得不考虑的因素。在落后地区和发展中国家，只有成本够低的技术才会得到应用，而纳米材料大都价格不菲。在今天，也许只有大型的水处理厂能够承担这样的成本，分散居住的居民依然无法获得这些新技术带来的好处。

最近，南非的斯泰伦博斯大学开发出一种“茶袋”，也许能够成为一个成功的折中方案。这种外观看起来像是普通茶包的小袋子装有活性炭颗粒和纳米纤维杀菌剂，能在几分钟之内让一杯被污染的水变成合格的饮用水。这种方式适合分散的居民区使用，而它的另一个特征更值得人们关

注：这种纳米纤维将会在几个星期内逐渐降解，最终安全无害地融入生态环境当中。

无线的自由

人类追逐自由的本能，在现实面前屡屡受挫。自从广泛使用电能以来，许多人都为了那些电器拖着的长长电线而绞尽脑汁，无线供电却是一个一直在前方远远招手的梦想。现在，我们似乎看到了一线曙光。

在2008年8月的英特尔开发者论坛上，西雅图实验室的约书亚·史密斯领导的研究小组向公众展示了一项新技术——基于“磁耦合共振”原理的无线供电。在展示中，他们成功地点亮了一个1米开外的60瓦灯泡，而在电源和灯泡之间没有使用任何电线。他们声称，在这个系统中无线电力的传输效率达到了75%。

科幻作家刘慈欣在《三体Ⅱ·黑暗森林》中描绘了一个两百年后的世界。因为人们掌握了可控核聚变技术，可以提供极大丰富的能源，无线供电的损失在可接受的范围之内，所以大部分电器都可以采用无线方式来供电，从电热杯一直到个人飞行器都是如此。电像空气一样无处不在，人类再也不用受电线的拖累了。

正如那本书中提到的那样，无线供电技术现在也已经出现了。实际上，近距离的无线供电技术早在一百多年前就已经出现，而我们现在生活中的很多小东西，都已经在使用无线供电。也许在不远的未来，我们还会看到远距离和室内距离的无线供电产品，而不会看到电线杆和高压线，插头也将会变成一个历史名词。

好兆头

英特尔的这种无线供电技术，是基于麻省理工学院的一项研究成果而开发的。

2007年6月，麻省理工学院的物理学助理教授马林·索尔贾希克（Marin Soliacic）和他的研究团队公开作了一个演示。他们给一个直径60厘米的线圈通电，6英尺（约1.9米）之外连接在另一个线圈上的60瓦灯泡被点亮了。这种被马林称之为“WiTricity”的技术，就是基于“磁耦合共振”的原理而实现的，而他本人也因为这一发明获得了麦克阿瑟基金会2008年的天才奖。

这种新技术所消耗的电能只有传统电磁感应供电技术的百万分之一，让人们对室内距离的无线供电重新燃起了希望。而它的关键在于“共振”。

科学家们早就发现共振是一种非常高效的能量方式传输。我们都听过诸如共振引起的铁桥坍塌、雪崩或者高音歌唱家震碎玻璃杯的故事。无论这些故事的可信度如何，但是它们的基本原理是正确的。就是说，在两个振动频率相同的物体之间可以高效传输能量，而对不同振动频率的物体几乎没有影响。在马林的这种新技术中，将发送端和接收端的线圈调校成了一个磁共振系统，当发送端产生的振荡磁场频率和接收端的固有频率相同时，接收端产生共振，从而实现了能量的传输。根据共振的特性，能量传输都是在这样一个共振系统内部进行的，对这个共振系统之外的物体不会产生什么影响。这就像是几个厚度不同的玻璃杯不会因为同一频率的声音而同时炸碎一样。

最妙的就是这一点了。当发射端通电时，它并不会向外发射电磁波，而只是在周围形成一个非辐射的磁场。这个磁场用来联络接收端，激发接收端的共振，从而以很小的消耗为代价来传输能量。在这项技术中，磁场的强度将和地球磁场强度相似，人们不用担心这种技术会对自己的身体和其他设备产生不好的影响。

在2007年马林演示他的成果的时候，这项技术能够达到40%左右的效率。这在某些场合是可以接受的，但是人们还想更进一步。刚才我们提到的英特尔公司研究员们已经把传输效率提升到了75%，而马林的小组在2008年末声称，他们已经把效率提升到90%了。这意味着，在一年当中，他们把室内无线供电的效率提升了一倍以上！

虽然已经有这样高的效率，但这项技术还有很大的改进空间。下一步，人们会在提高传输效率的同时缩小发射端和接收端的体积，最终实现用电设备内置接收端的目标。

想象一下，无论电器摆放在什么位置，都可以直接接收电能的话，会对生活带来什么样的影响？我们可以完全从需要的角度出发来摆放家用电器，不用再考虑附近是否有插座；装修房间的时候不用再考虑如何布设电线，笔记本电脑和手机这样的小件电子设备永远显示电池满格，清扫机器人可以在房间里跑来跑去，不用过一会儿就去找地方充电——市场上已经有了一些采用这种技术的原型产品，获得广泛使用也只是时间问题罢了。

第二基地

尼古拉·特斯拉（Nikola Tesla）的梦想——使用电磁波来远距离供电

——也许很快就会变成现实。早在1890年，这位现代交流电系统的奠基者就开始构想无线供电方法，最后提出了一个非常宏大的方案。他要把地球作为内导体、距离地面约60千米的电离层作为外导体，在地球与电离层之间建立起大约8Hz的低频共振，再利用环绕地球的表面电磁波来远距离传输电力。他想将电能像广播一样传遍全球。为此，在J·P·摩根的资助下，他在纽约长岛建立了57米高的瓦登克里夫塔（Wardenclyffe Tower）来实现他的构想，但最终被迫放弃。虽然我们现在可以从理论上证明特斯拉的方案的确可行，但是出于世界上各个国家的区隔，这种“天下大同”的设想在短时间内恐怕不会成为现实。

不过另一种远程无线供电方案可能更容易实现一点。

加拿大科学家正计划制造一架无人飞机，飞行高度33千米，可以在空中连续飞行几个月。这架飞机本身不会携带燃料，而是从地面供给能量。它可能是世界上第一架可以真正投入使用的远程供电飞机，而给它提供能量的，是地面的微波站。

微波是指那些频率在300MHz到300KMHz之间的电磁波，它的波长在1米到1毫米之间。因为电磁波的频率越高，能量就越集中，方向性也越强，所以人们认为，使用微波来无线传递能量可能是最好的选择。更何况，微波可以通过硅整流二极管天线转换成电能，转化效率可以高达95%以上——这样高的转化率已经可以让人满意了。

在这架无人机起飞之后，地面的高功率发射机通过天线将发射机所产生的微波能量汇聚成能量集中的窄波束，然后将其射向高空飞行的微波飞机。微波飞机通过微波接收天线接收能量，转换成直流电，再由直流电动机带动飞机的螺旋桨旋转。因为无需携带燃料和发动机，这种飞机的有效载荷将会大大提升。

其实早在1968年，美国航天工程师彼得·格拉泽（Peter Glaser）就已经更进一步提出了空间太阳能发电（SSP,Space Solar Power）的概念。他设想在大气层外通过卫星收集太阳能发电，然后通过微波将能量无线传输回地面，并且重新转化成电能供人使用。这一设想，不是在仅数十千米的距离上用微波传递能量，而是要把能量在三万多千米之外，从太空精确地射向地面接收站。

想象一个地球同步卫星。它停留在赤道上空36000千米的高度，太阳能电池阵列始终对太阳定向，微波发射天线则瞄准地面的接收天线。它不

存在在地面接收太阳能时所必然面临的照射时间、气候、重力等问题。它每年有277天可以全天接受日照，而被地球遮挡时，最长的停电时间也不过是75分钟。并且它每年可以有99%以上的时间把源源不断的太阳光能转化为电能，效率将比地面上同样规模的太阳能电站高出十倍左右。

从1977年到1980年，美国宇航局和能源部共同出资，对空间太阳能发电的问题进行了概念研究，得出结论：这种方式不存在不可克服的技术困难。但是后来这个计划一度被锁进保险柜，原因是它耗资惊人。目前人们把物品送上太空的成本还是居高不下，在太空中组装一颗收集太阳能来发电的卫星的成本也令人难以接受。

不过，随着地球上不可再生资源的逐渐消耗，这个计划又被摆上了桌面。现在有一些能源消耗大国和能源匮乏的国家正在论证这种方案的可行性，现在各个国家都已经开始在进行小规模的实验，来验证在大气内进行微波能量传递以及从太空向地面发射微波束的实际效果，而目前比较乐观的估计是，2010年到2020年太阳能发电卫星就可以进入实用阶段了。

亲爱的，你需要电？

感谢迈克尔·法拉第（Michael Faraday），这个英国人在1831年发现的电磁感应，带领我们进入了电气时代。到了今天，谁不需要电？

法拉第的发现，也促进了近距离无线供电技术的发展。最早的工业化近距离无线供电技术早在1885年就已经被实际应用了：随便拆开一个家用变压器，我们就会看到。变压器里会有两组导线缠在一个铁芯框架上，但它们彼此并没有直接相连。

不仅如此。我们的公共交通卡、一些学校的饭卡，还有二代身份证，这些也都需要电。在这些卡证中都有一块小小的芯片，里面至少存储着一个唯一的编号。这一小块芯片就像是我们的一条内存或者一块硬盘，没有电的时候，它和一粒沙子没什么区别。即使储存了很多信息，也没有办法传递出来。

这种卡证的供电原理与变压器的原理类似。读卡机周围会形成一个快速变化的磁场，芯片进入这个磁场时，周围的线圈内就会产生感应电压，激活芯片，并且把自己的编号通过线圈发射出去被读卡机接收。读卡机

会根据编号的不同而作出不同的反应，例如告诉你现在饭卡账户里还剩多少钱。

通过电磁感应来进行无线供电是非常成熟的技术，但是它会受到很多限制。最主要的问题是，低频磁场会随着距离的增加而快速衰减。如果我们要增加供电距离，只能加大磁场的强度。然而，磁场强度太大一方面会增加电能的消耗，另一方面可能会导致附近使用磁信号来记录信息的设备失效。我们都不想自己的硬盘里面的数据被强磁场一笔勾销吧？

所以这种方式往往会应用在一些对防水要求比较高的小家电上，例如某些电动牙刷和电动刮胡刀。人们现在也在尝试用电磁感应为手机这样的小型设备充电。从2005年开始，市场上就已经有了一些无线充电器，但是它们使用起来并不算方便，充其量也只是减少了我们把手机插上变压器的麻烦而已。有了室内距离的无线供电设备，谁还需要这种东西呢？

这是多么美好的一天

我们经常会使用和风筝相关的比喻。风筝飞得再高，也总会有一根线握在手里。断线的风筝也许会一时飞得更高，但是最后一定会坠落地面。

也许以后我们会更多地用遥控航模的比喻吧——没有线，却依然尽在掌握。

当我们可以在远距离、中等距离和近距离都广泛实现无线供电的时候，人类目前最常用的能量将会变得像空气一样随处可得。那时候将不用再抱怨没有合适的充电器，不用再为电子设备准备厚重的电池以尽量延长它们的待机时间。还可以把手持设备做得更小更薄，甚至可以容易地植入体内。那时候，一切会变成什么样子？

没有人知道。当终于可以解开电线的束缚的时候，我们会飞得更高，走得更远，远到超出现在的想象。

正如每天呼吸空气而不自觉一样，我们终会把无处不在的无线电力当做一件自然而然的事情，却忘了仅仅在两百年前，前辈们还仅仅把电当成一种用来博人一笑的小小魔术。

也许有一天，我们会对下一代谈起我们年轻的时候，向他们讲述我们一路磕磕绊绊地从有线走到无线的历程，讲述我们从被线缆束缚的无奈到终于无线的自由。也许我们会回味着那些有电线的日子，不可避免地怀念起那些电线接头松动让我们的工作成果化为一缕青烟的小插曲。我们

会怀念电池的质感，会怀念在抽屉里缠成一团的充电器的沉稳踏实。也许我们会试着把我们所知道的东西讲给他们听，谈起法拉第、麦克斯韦，以及特斯拉这些名字。我们会像小时候老师问我们的那样，循循善诱地提问：“那么，电是从哪里来的呢？”

也许，孩子们，会像《三体Ⅱ·黑暗森林》中那个两百年后的漂亮女护士一样，不以为然地说：“电？到处都有电啊。”

到那时候，我们也许会为了这样轻率的答案而微笑吧。欣慰是，他们，拥有一个比我们更加宽广的世界。

当电网具备了智能

如果把传统电网看做广播式的电视网，那么智能电网就是双向沟通的互联网；如果将互联网看做人与人之间的连接，那么智能电网则是连接了所有供电设备和用电设备的网络。在能源愈见紧缺的今天，智能电网带来的改变已经开始，也许你的下一块电表就会具备智能的特征。

在传统上，电力供应方和需求方的分界十分明显。各类电厂发出的电力经由变电站和输电线路密密铺开，散入千家万户；用户花钱购电，用多少付多少，电表上的数字一望而知。这种传统电力模型已经有了上百年的历史，而其弊病也慢慢显露出来。用电需求在不同时段不同区域的巨大差异、燃烧传统化石燃料带来的环境污染、能源使用效率的低下，开始成为人们迫切需要解决的问题。据美国能源部的研究结果，由于电网效率低下而造成的电能损失高达总电能的67%。

而智能电网，目前看来是解决这些问题的有效途径。2006年，IBM公司在中国发布了名为《建设智能电网创新运营管理——中国电力发展的新思路》的白皮书，提出智能电网的建设方案，试图解决电网企业普遍存在的数据收集、通信体系、应用系统、数据利用等方面的问题。在这一方案中，着重强调改革电力使用数据的采集方式，建议通过能够测量功率、电压、电流等实时用户负荷的智能电表，来收集更多有助于电网决策的数据，帮助电网运营方和电力使用者构建一个信息透明的网络环境，并且做出最优化的决策。

这份白皮书，是在欧美已经尝试运行了数年的方案基础上提出的。2001年，意大利一家电力运营商安装和改造了3000万块智能电表，减少了25%以上的用电高峰期负荷，节省的管理费用约达5亿欧元。之所以能有这样的收益，是因为使用智能电表的用户能够随时了解到用电状况，进而根据不同时段的电价重新考虑自己的用电计划，避免出现让电网无法承受的高峰时段负荷。

电网是由发电、输电、变电、配电、用电、调度等环节组成的有机整体，正如互联网出现之前的工业时代一样，传统电网的效率会受到信息不对称、信息传输不通畅的影响，需要稳定的电力输入、电力不能大量储存的特性又让电厂不得不为了用电高峰而建设传统电网，而其他时间

只能闲置。智能电网具备大量传统电网所无法实现的功能，从而消除传统电网的局限性。在发电方面，通过柔性输电技术保证智能电网能够接受不同等级、不同容量的发电和储能系统的接入，太阳能、风能发电等不稳定的可重用能源连接到电网时，应该像USB接口一样即插即用；数字化输电和变电设备可以根据需求随时调整，所有用电器可以彼此通过无线控制器互联以实现统一控制；电网运营者可以及时通过用户反馈的用电数据和优化模型来把握用电需求，随时调整电价的高低来管理电量消耗。人们可以在自家屋顶安装太阳能光伏电池，并且将用不完的电力销售给电网。每个人都是电力的供应者和使用者，这种思路看起来真像是互联网Web 2.0时代的翻版，只不过其中流动的不仅是数据，还包括电力。

提高收入、节能和环保的优势，让许多企业和国家都投入到智能电网的建设当中。印度安得拉邦电力公司的防盗电措施让3年内收缴到的电费增加了三分之一以上；美国的数家供电公司安装了变电站不规范操作方式检查传感器，使故障率大幅度下降；美国得克萨斯州、丹麦、澳大利亚的一些公共事业公司正在建设能够对能源系统实时监测的数字式电网，平均可为电力使用者节省10%到25%的电费，减少15%的电网高峰负荷，并且提升电网的可靠性、服务质量和效率。IBM与新能源企业Consert合作，在100个商业中心和住宅区的电器及其他能源密集处安装控制装置，6个月的实验结果表明，家庭和商业用电的平均能耗减少了15%，而在某些地方甚至达到了40%。在2009年，马耳他国家电力和水设施机构与IBM合作建立了世界上第一个全国性的智能电力水力系统。这一系统通过25万个智能电表实时监测电力使用，将数千个智能传感器配置在传输线、变电站和其他基础设施上以进行更有效的管理，当出现故障时可以快速排除。马耳他国家电力机构通过对这些数据的收集和分析来降低整体成本，同时减少耗费和温室气体的排放。

2009年9月，美国商业部下属的国家标准技术研究院公布了《智能电网互操作标准框架及路线》，将所有与智能电网相关的组织和个人分成了电力使用者、电力市场、服务提供商、电网运营者、大型发电厂、大型输电企业和面向使用者的输电企业七类。智能电网将在这七类组织之间建立双向的信息沟通机制，以取代过去单向的信息流动。在我国，电力科学研究院提出了建设可靠、经济、清洁、互动智能电网的目标，并且

列出了时间表。2010年我国国家智能电网的第一批试点已经结束，即将启动第二批试点，智能电网将正式进入可操作阶段，国家电网投入了2274亿元用于电网建设，其中的重头戏正是智能电网。

随着智能电网的建设，以后我们再形容电力时也许不会再用“像自来水那样”的修辞方式，而换用类似“上传下载”这样的互联网术语。毕竟对于智能电网来说，它和自来水系统之间的相似度，已经不再那么高了。

飞天背包

从1965年的007电影《霹雳弹》到2008年的《钢铁侠》，我们看到过不少个人飞行装置。现在，人们也可以自己体验一下在空中自由翱翔的感觉——只要支付大约5万英镑，就可以买到新西兰一家公司生产的背包式个人飞行器，在30分钟内飞行48公里。不需要执照，不需要特别的训练，而且就像控制遥控直升机玩具一样简单。

这种叫做Jetpack的个人飞行器是由格伦·马丁（Glenn Martin）发明的。他从20世纪80年代就开始设计这种装置，还在1998年成立了一家公司专门进行技术改进和制造。在2003年获得了风险投资后不久，Martin Jetpack公司发布了原型机，并且在2008年生产出了成品。现在，终于可以商业化了。

这种飞行器并非像它的名字暗示的那样使用喷射式发动机，而是和直升机的原理较为接近。两个桶形的装置左右并排安装在背包上方，其中各装有一个螺旋桨。它采用类似摩托车用的两冲程200马力发动机，用汽油提供动力。飞行者通过身前的两个把手来控制，左手控制飞行高度和转弯，右手控制前进速度。完整的飞行器重约115公斤，最高飞行高度可以达到2400米，而最高速度高达每秒27米。

这可能是近期最有希望出现在我们生活当中的个人飞行装置，而它也凝聚了六十年来无数人的智慧和心血。早在20世纪50年代初，美国军方就开始尝试开发个人飞行器，从最早的VZ-1一直发展到VZ-8，看起来都像是直升机的微缩变形版，但是受当时材料和工程技术的限制，一直飞不快也飞不高。到了20世纪60年代，人们又开始将目光转向了涡轮发动机，但是因为涡轮发动机的庞大体积和惊人高温，并没有办法制成背包式的个人飞行器。所以这一时期出现了“飞行汽车”或者“飞行摩托车”这样的设备，而且带起了一阵研发的流行旋风。

后来美国航空航天局甚至专门举办了个人飞行器挑战赛，以鼓励那些将自己的创意转化成在天空翱翔的动力的发明家们。在2005年举办的第15届挑战赛上，首次提出了个人飞行器标准，从噪音到安全性、从速度到续航距离都给出了明确的说明。这可以看做是对个人飞行器标准的初次界定，虽然能够达到这种标准的个人飞行工具还没有诞生。

所以我们就看到了各种各样充满想象力的作品。墨西哥TAM公司生产的火箭背包能够以800匹马力的强劲动力将飞行员像007般推到100米高空，然后再缓缓降落；一名华裔加拿大人设计的JetLev-Flyer可以从湖泊或者海上起飞，通过喷水作为动力，让人在9米左右高度达到每小时100公里的速度，并且持续飞行1小时；Cikaric Dragan设计的个人飞行器有4组螺旋桨，飞行员坐在当中，看起来像是概念汽车；而美国航空航天局设计的Puffin飞行器的外表像一枚胶囊，采用电池动力，从垂直起飞转成水平飞行，再转回垂直降落。

这些林林总总的个人飞行器，初看起来让人眼花缭乱，但是实际上可供选择的技术并不算多。为了保证它的便携性，唯一能够使用的只有旋翼，就是类似直升机使用的那种螺旋桨。剩下的选择，无非就是使用几组旋翼、如何布局，以及采用什么样的材质罢了。

所有直升机都有最少两组旋翼，这是因为旋翼旋转时会对它带动的物体产生反方向的作用力，使其无法保持稳定的方向。而两组旋翼的布局又分为共轴、纵列、横列三种。出于对体积和平衡性的要求，个人旋翼式飞行器大都采用横列双旋翼布局，两组旋翼左右并排放置，旋转速度相同而方向相反，以此来相互抵消旋转产生的作用力。Trek Aerospace开发的“跳虫”个人飞行器使用了这种布局，Jetpack也是如此。

在Jetpack上，旋翼安装在两个桶状的结构当中。这种涵道式设计比直升机那种开放式设计效率更高。而发动机、燃料箱安装在旋翼中间下方的位置，以防止飞行时重心过高而翻转。整套设备大多数零件都采用碳纤维、凯夫拉和其他高强度聚合物制造，在减低重量的同时保证强度，让整套装置在每分钟6000转的情况下依然能够保持足够的稳固。

最初看到这种装置的人总是会担心其安全性，因为它和人们概念中那种全封闭的飞行器差别太大，就像是摩托车和汽车的差别一样。格伦·马丁表示，Jetpack的安全性并不比其他类型的飞行器更低，如果认为其他飞机是安全的，那么Jetpack也是安全的。毕竟在过去的三十年中，他一直在设计和改进这种装置，甚至还安装了一套弹射式降落伞系统以防万一：Jetpack上方嵌有一个伞包，当飞行器在空中出现故障时，可以按下紧急按钮，降落伞将会由压缩空气向上弹出，以让飞行员能够在离地面不高的地方成功开伞，平安着陆。

今年，马丁计划生产500部Jetpack，并且已经有了生产合作伙伴，打算

将这种无需执照就能驾驶的装置正式推向市场。这也是目前售价最低的个人飞行器，折合人民币55.7万左右。现在看起来，这个价格大概还是有些偏高，但是它的主要目标市场是执法机构、军队以及抢险和救援机构。也许不久之后我们就会看到它的民用版出现在市场上，成为我们的短途交通工具，或者仅仅是有趣刺激的新玩具。

量子相机

虽然现在一些高端手机的镜头已经达到了千万像素级，看起来已经与数码相机不相上下，然而基于CMOS（互补金属氧化物半导体）的手机镜头依然有其不足之处。最重要的一点，就是当环境较为黑暗时，拍出来的照片总会被噪点充满。最近加利福尼亚的一家公司改良了传统CMOS感光元件的效率，也许就在近两年，我们就可以看到能够媲美单反相机成像能力的手机镜头。

In Visage公司开发的这种技术叫做“量子胶片”，由一层量子点薄膜覆盖在传统CMOS传感器上而成。“量子点”这个名称是美国耶鲁大学物理学家Mark A Reed提出的，它是指一类特殊的纳米材料，往往是由砷化镓、硒化镉以及铟铯等金属化合物微粒为核，外面包裹着高分子材料薄膜而形成的微小颗粒。单独颗粒的尺寸只有几纳米到数十纳米，包含几十到数百万个原子。这种独特的结构让一些量子效应开始变得较为突出，甚至能够帮助人们制造出梦想中的体积极小、速度极快的量子计算机。对于量子点的研究从20世纪80年代就开始进行，现在已经有了比较成熟的应用，例如制造发光二极管、疾病探测、生物科学研究等。

在这样小的颗粒中，将会展现出与大块物体截然不同的特性——比方说，它内部的电子会被局限在一个非常小的范围内运动，其展现出的量子局限效应，会让其呈现出新的能级。当这种特性叠加在传统的CMOS感光器件上的时候，就会得到令人振奋的成果。

CMOS是经常用于传感器和其他小型摄像头的感光器件，与大部分数码相机所使用的CCD同为最常用的数码感光器件。可以考虑将它们设想成画了许多方格的大纸，每个方格对应一个最基本的感光元件，也即一个画面的最小单位：像素。光线照射强的像素，产生的电量较多；光线弱的地方，电量就少。将每个像素所获得的电量转化成相应的明暗值，我们就可以得到一张如同马赛克拼出的黑白照片。通过将四个像素并为一组，再透过颜色滤镜来分别接受红绿蓝三种基本色的强度，照片就可以变为彩色。

虽然这两类感光器件都使用了硅片的光电效应来成像，但是具体方式并不相同。CCD和CMOS之间的最大区别，在于CCD是将所有像素的电量

依次导出，然后统一放大再输出成图片；而CMOS则是每个像素分别带有自己的放大器，直接将放大后的信号输出。这样的原理差异也就导致了它们之间的结构差异和性能的不同：CCD的表面主要由光电元件组成，每一行像素由一条导电线路连通；而CMOS每个像素表面都被光电元件、辅助电路和放大器分割成几个部分。同样尺寸的感光器件，CCD的感光面积大而成本高；CMOS省电、成本低，但是成像效果不如CCD。

虽然近年来，技术的发展正在让CMOS克服缺点，一些高端相机上也出现了基于CMOS的感光器件，但是出于原理的限制，CMOS感光面积小的缺点却不能被解决。“量子胶片”就是解决这种问题的一个思路。量子点的特征之一是在外界激发下将会产生荧光一就像是我们的荧光灯、发光二极管那样。当光线照入量子点时，将会让电子从低能级向高能级跃迁，当电子回到低能级时，就会以光子的方式放出能量。根据量子点颗粒大小的不同，研究人员已经能够控制荧光的波长，从红光到紫光都能够实现。

InVisage公司的这种产品是将量子点敷在一层高分子薄膜上，再将其放在CMOS器件的最上层，首先用量子点薄膜来吸收光，再将量子点受激发产生的荧光照入CMOS，以让CMOS获得更多的光照，以提升其感光度。这一技术理论上可以将感光度提高4倍，已经接近硅基材料能够获得的电量极限。

“量子胶片”技术不需要对现有CMOS制造设备进行太大的改变，就能为其性能带来革命性的变化。表面附加了量子点薄膜的的CMOS将能够在同样的光照强度下产生更精确的图像，其明亮与黑暗处动态对比的表现能力也会大幅增强一倍以上。人们可以在不再增大感光器件表面积的基础上提高其成像能力，同时保持其低能耗高速度的优势，这对手机摄像头之类的光学传感器将会是一个福音；而数码相机也会因此而受益，CCD感光器件的优势也许将会让位于CMOS。现在In Visage公司声称，会在2010年年底为手机制造商提供样品，顺利的话我们在2011年就可以看到可以媲美单反相机性能的手机摄像头。

不仅如此，In Visage公司还对“量子胶片”技术有着更多期待。“因为有更好的量子效应，量子胶片技术还可以应用在更多的领域，比方说更高效的太阳能电池、带荧光的服装和纺织物，或者需要夜间发光的标志

等。”In Visage市场总监米歇尔·赫普（Michael Hepp）说。

然而，一项技术的开发与其真正商业应用之间，永远隔着一条鸿沟。1999年，哈佛大学的艾瑞克·马兹尔（E ric Mazur）发现硅片在卤素气体环境下，经由超短超强激光的扫描之后会形成如同森林般的微观表面，几乎能够捕获射入的所有光子。这种叫做“黑硅”的产品，其性能已经能够超越现在的“量子胶片”，但是其产品化的希望，还远在地平线之外。也许“量子胶片”不会重蹈黑硅的覆辙，但是这依然需要时间来验证。

不再模糊

无论怎样屏息静气，拍出的照片依然模糊不堪，这几乎是每个摄影者都曾碰到过的问题。而常规的解决办法无非是两种：放大光圈或者提高感光度以减少曝光时间，以图片质量的下降来换取清晰的影像；或者随身携带一个笨重的三脚架，以及干脆买个昂贵的防抖镜头，从根本上解决抖动问题。现在，我们有了第三种选择。在计算机图形图像界最高规格也最具知名度的SIGGRAPH2010会议上，微软展示了一种新方案，通过软件和硬件结合，能够较低成本地解决抖动带来的模糊问题。虽然展示的设备看起来还比较笨重，但是很有希望出现在单反、卡片相机，甚至是智能手机上。

防抖技术有很长时间的历史，已经在相机上普遍存在。目前常用的防抖技术可以分成光学防抖和电子防抖两大类，前者可以看成是灵活移动的镜头或者CCD，而后者则通过提升底片感光度或者通过高速曝光多张底片然后叠加来实现。前者需要专门开发的硬件的支持，而后者则主要通过软件方式实现。

传统的光学防抖镜头中都有一个磁力悬吊的活动透镜，叫做“补偿镜片”，与陀螺仪及处理芯片相连。陀螺仪能够侦测微小的移动，并且将信号传递到处理芯片以计算出需要补偿的位移，然后再以精确控制的速度和方向移动补偿镜片，将光线聚焦到接收图像的CCD上。这种从1995年就开始商业化的技术能够在几十分之一秒内完成镜头的调节，能够将快门速度提高2至3档，使用1/50秒快门时，拍摄照片的稳定性相当于1/250秒快门速度。而防抖机身使用类似的原理，只不过移动的不是补偿镜片，而是CCD——将CCD安装在一个可以灵活移动的框架上，也同样通过对移动距离和速度的判断来计算出需要移动的距离，让CCD和景物之间的相对位移尽可能减小。这两种技术虽然成本较高，但是拍摄出的照片质量更好，对手不够稳的初学者来说，相当有用。而低成本的电子防抖方案则从软件上加以改善：通过设置高感光度和快速多次的曝光来拍摄出多幅画面，再通过软件叠加在一起，对亮度和对比度加以修正，最终实现清晰的拍摄效果。电子防抖的方式并不需要硬件支持，不过拍摄出照片的噪点相对较多，而且没有办法完全利用CCD的所有感光面积。

在这次SIGGRAPH会议上，微软提出的新方案则是从另一个角度入手。在硬件上，它保留了陀螺仪和加速计，但是利用特别开发的去模糊算法，对拍摄完成的照片进行后期处理。通过三维六方向的陀螺仪和加速度传感器，计算芯片可以感知当快门张开时相机的运动轨迹和加速度，然后将这些参数输入一个算法模型当中，就可以回溯计算出在快门打开的那一瞬间，CCD捕捉到的影像应该是什么样子。通过内置的软件，这种方案可以将已经拍摄好的照片恢复到最符合拍摄者意图的程度，过程有点像是数码照片在电脑上的后期处理，只不过后期处理软件被内置进了相机，而且能够自动迅速完成。

对数码照片的去模糊处理，一直是计算机图形和应用数学领域的热门方向之一。对图像去模糊的市场需求十分强烈，无论是天文观测、卫星遥感还是民用领域，都有巨大的市场。过去大部分研究集中在通过开发更好的算法来让模糊照片变得清晰，而微软这种新做法则捕捉到了照片变模糊的过程，并且试图将这个过程进行逆转。

目前来说，这种算法还有改进的余地，特别是当距离较远时，背景在处理之后会出现奇怪的线条和噪点。而这种器件体积还有些偏大：测试机是一部佳能1Ds Mark III，附加设备看起来像是和相机底面积差不多的底座。以它目前的表现，还不能取代昂贵的防抖镜头，更不能取代稳定性绝佳的三角架——也许永远都不能。但是，这种技术也许并不是单纯为了相机而开发，智能手机可能是更合适的载体。

陀螺仪和加速度传感器的微型化已经相当成熟，并且已经被安装在诸多智能手机当中。虽然手机镜头使用的CMOS器件成像质量较差，但是它正在接近CCD的水准，同时还能保持低廉的成本。通过一些新技术，例如之前介绍过的“量子点”或者“黑硅”技术的进展，手机成像质量接近单反相机也并非完全没有可能。而手机，在便携性和易用性上，无疑要比单反相机强出太多。现在配合这种新型的防抖技术，人们将会有机会随时拍出质量更好的照片并且利用手机随时在线的优势与人分享，从而开拓更大的视野。正如摄影师察斯·贾维斯（Chase Jarvis）那部用iPhone拍摄完成的摄影集名字一样：《最好的相机是你形影不离的那一台》。而手机，毫无疑问比相机更容易成为我们形影不离的伙伴。

虽然微软没有公布这种技术将会什么时候商品化，但是也许已经可以看出一些它的潜在用途。当Windows Phone手机操作系统宣布手机拍照支

持防抖时，人们将不会感到过于惊讶。

天衣无缝

《灵怪录》中有个遇见仙女的故事，说她们的衣服完全没有针线缝合的痕迹：“天衣本非针线为也。”现在，这不再是仙女们的专利了。最近西班牙设计师马奈尔·托雷斯（Manel Torres）博士终于打算让他花了十几年时间研制的产品上市，我们很快都可以拥有几件“天衣无缝”的T恤了。

作为伦敦帝国学院的访问学者，托雷斯博士和帝国学院的保罗·卢克哈姆（Paul Luckham）教授一起开发出了这种被叫做“纤维喷雾罐”的产品。他们将纤维素、高分子聚合物和食用色素溶解在有机溶剂中，然后灌进喷笔的储液罐中，在模特身上喷出一件写意的T恤。这种花费了十几年研发历程的制衣方式如同人体彩绘一般，只不过喷出的衣服可以脱下来，可以洗涤，还能重新溶解回收。现在他们正在把这种新材料喷在任何表面：椅子、塑料模特或者皮肤上。只需要等待几分钟，就能得到一张完全贴合形状的无纺布——或者叫“混纺棉制品”会更合适一些。

传统上，一些制造无纺布的技术与此类似。在某些生产工艺中，人们将溶液纵横交叠地喷在框架上，加热或者加压，溶剂挥发后的化学纤维将会彼此压紧以成为无纺布料。托雷斯希望以类似的方法来直接制造衣服，这项技术的萌芽早在他硕士期间就已经出现。在读博士期间的1998年，他创立了Fabrican公司，专门开发和推广喷雾成衣的技术。出于一个伦敦皇家艺术学院博士的专业需求，他选择了更自然、对皮肤更好的棉纤维，而非已经相当成熟的化学纤维。

基本上，棉纤维是纯净的纤维素。要让纤维素能够从像是喷漆罐这样的压力罐中喷射出来，首先要将其溶解成液体才行。而工业上溶解纤维素的方法，是用一些氢氧化物或者某些有机溶剂在高温下实现。毫无疑问，这并不符合托雷斯的要求。在经过了8年的探索之后，他们基本上解决了这个问题，并且从2005年开始，已经在不同的国家分别获得了专利。

根据专利申请书的描述，这种溶液是大概80%的乙酸乙酯或者丙酮、9%的聚醋酸乙烯酯、8%的纤维素粉末和一点食用色素以及其他材料混合而成的。乙酸乙酯或者丙酮是溶剂，聚醋酸乙烯酯将会成为纤维之间的

黏合剂，而纤维素将是“编织”衣服的主要材料。当这种混合溶液喷在任何物体的表面时，溶剂将会迅速挥发，纤维素会连接成纵横交错的纤维，其间以小团的聚醋酸乙烯酯黏接。在显微镜下看起来，这种织物并没有我们熟知的经线和纬线，而更像是一团乱糟糟的草丛。纤维之间的空隙可以让空气透过，或者保留空气以保暖——这完全取决于喷涂的厚度。只要有溶剂，这样的衣服就可以很容易地回收，就像是将玻璃杯熔化后再做成另一个玻璃花瓶一样。

只要有几个喷罐，任何人都可以在身上发挥创意，为自己或他人设计和制造出一件绝对合身的T恤。对于不想购买成衣而又想尝试新花样的人来说，买几罐回家自己做衣服，应该会很有乐趣。在2010年9月伦敦召开的展览会上，托雷斯展示了这种产品，他希望为这种材料找到更多的用途，除了做衣服之外，书籍装订、快速制造出衣服的原型、让椅子变得更加柔软，或者制造简单易用的绷带等，都是这种技术潜在的应用领域。

不过，现在这种技术还依然有些不足之处。其中最大的问题在于溶剂的毒性问题。虽然乙酸乙酯和丙酮早已经是大量使用的化工原料，而且在艺术设计领域也已得到了广泛应用，但是它们毕竟有毒。丙酮被定为微毒性，乙酸乙酯则有低毒。它们挥发的蒸气虽然味道并不难闻——实际上，乙酸乙酯还有芳香气味——但是会对眼、鼻和咽喉产生刺激。大量吸入这些溶剂的蒸气将会导致黏膜充血、头痛、恶心、呕吐等症状，而长期吸入还将会造成其他损害。这毫无疑问会让人们对这种技术抱持谨慎的态度。另外，和其他喷雾剂一样，这种纤维喷雾只能在表面附着。虽然这会让每一件衣服都很合身，但是可能会有点过于合身，特别是对那些对自己的身材不够满意的人来说。

不过托雷斯对此很乐观。他希望能够在产品上市之前对其进行些改进，以降低溶剂可能带来的危害，以及想办法实现服装的宽松效果。他演示了一些能够让衣服更宽松的办法，例如不是一次喷出整件衣服，而是只喷出一些布片，再在制作出褶皱之后将它们连接起来。这种方法需要更多的创意和更精妙的手法，但是相应的，也会更有乐趣。

托雷斯希望他的“纤维喷雾罐”产品能够在最近两年内出现在市场上，目前计划售价12美元一罐。也许每家都应该买一罐。制作衣服，只不过是这种产品最微不足道的用途之一。也许这种喷罐将会像透明胶带一样，

成为人们日常生活中最常用也是最多用途的产品，甚至远远超出它的发明者的预料。

虹鳟鱼造肉机

20世纪80年代中期，英国一家实验室宣布成功地将牛的基因与西红柿的基因拼接在一起，创造出一个新物种，一种果皮像是牛皮、果肉像是西红柿的新产品。当然，这是个愚人节新闻。而2010年的愚人节，有报道称科学家们将牛的基因移植到了虹鳟鱼身上，制造出了有“六块腹肌”的虹鳟鱼——这个可是真的。

2010年3月初，罗德岛大学的研究者发布了一项研究成果。他们将比利时蓝牛的肌肉生长抑制素基因植入虹鳟鱼体内，繁育出肌肉含量比正常虹鳟鱼高出20%的转基因鱼。这些鱼虽然看起来像是鼓鼓囊囊的袋子，不再拥有正常虹鳟鱼那么流畅的身体线条，但是味道应该没有什么区别。毕竟，作为一种肉质鲜美的冷水鱼，我们对虹鳟鱼的关注，往往也只限于味道罢了。

比利时蓝牛是一种肉用牛，以其经过人工选育的、遗传性的基因失效而闻名。它和皮尔蒙特牛同为世界上最有名的双肌牛品种，拥有比例巨大的肌肉和较少的皮下脂肪，是非常受欢迎的一种肉牛。它的肌肉发达并非锻炼而来，而是体内的GDF-8基因失去作用而导致的结果。GDF-8又称肌肉生长抑制素基因，能够让动物产生肌肉生长抑制素，帮助控制肌肉的生长速度。在实验室中，去除GDF-8基因的小鼠平均体重是正常小鼠的两倍以上，肌肉纤维的数量几乎高出一倍；而同样因为这种基因的失效，比利时蓝牛的肌肉纤维数量和肌肉细胞尺寸都远超同类，表现出如同健美运动员般的鲜明肌肉轮廓。这是一种遗传性的异常，而人们有意选育的结果也让蓝牛成为了只有在人类的帮助下才能生存的生物——小牛往往会因为肌肉过于发达而需要剖腹产才能顺利诞生。

这一基因在1997年由美国科学家亚历山德拉·麦佛隆（Alexandra C.McPherron）和李瑟金（Se Jin Lee）首次发现，随后人们在多种动物身上都找到了起相同作用的基因。GDF-8在不同物种之间相似程度很高，多种动物的这一基因完全一样，而狒狒、牛和绵羊之间仅有1-3个碱基的区别。在成长期，肌肉生长抑制素浓度较低，肌肉得以较快发育，而在成年后将会达到较高的浓度水平而抑制肌肉生长——这一点和我们在健身房中的发现也相符。现在人们正在尝试利用这种基因治疗肌

肉萎缩症，而动物学家们则开始尝试将它应用到别的领域中。

与鱼类研究中的模式生物斑马鱼相比，牛和鱼的GDF-8基因有超过80%的相似性，这也就意味着可以将这种基因应用在肉用鱼类的培养上。特里·布拉德利（Terry Bradley）就是这样做的。他是罗德岛大学渔业与水产养殖专业的教授，一直专注于鱼类和蛋白质方面的研究。在过去的十年中，他和他的研究团队尝试将其他生物的基因引入鱼类当中，其中最特别的成果，就是这种肌肉发达的虹鳟鱼。

他们花费了500个小时，将各类动物的失效GDF-8基因片段，通过极细的玻璃针注入到虹鳟鱼的受精卵中。这是最常见的实现转基因动物的方法，然而它的成功率并不算高——我们并不能确定外来基因在生物原有的DNA上能够接入到正确的点，从而具备我们想要的效果。在布拉德利的实验中一共使用了20000个受精卵，最后得到300条植入了蓝牛基因的、肌肉异常发达的虹鳟鱼。它们的肌肉含量平均上升了20%到25%。

“这一发现非常有价值。”布拉德利说，“这项实验结果可能会改变鱼类养殖业，可能会促进对鱼类发育过程的研究；通过对比哺乳类和鱼类肌肉发育的不同机制，也许可以对人类治疗肌肉萎缩症起到积极的作用。”

然而，这种混合了蓝牛基因的食用鱼是否能够上市，还是未知之数。我们会担心潜在的危险，例如蓝牛的基因是否会让虹鳟产生些其他我们不想看到的变化。虽然我们在漫长的生活中已经将许多物种的基因相互转移以改变生物本来的性状和特征，还创造出了狮虎这样自然界无法见到的新物种，但是它毕竟是在相似的物种上进行的混合。将不同种类动物之间的基因混合在一起，需要考虑的问题还要更多一些，而对于食品则更是如此。毕竟我们对每一种基因的作用及其混合导致的后果，并不能算十分清楚。

瑞典哥德堡大学的动物学家弗雷德里克·桑德斯多姆（Fredrik Sundström）就抱持这样的谨慎态度。他认为，虽然已经有部分基因改造的虹鳟鱼被批准上市，但是对这种“蓝牛虹鳟”却应该谨慎对待，因为它获取了另一个在进化树上距离遥远的物种的基因。传统改造虹鳝鱼基因的目的是为了加快其生长以及更好地抵抗疾病，更近似于人工选育的结果；而现在这种则显然不同。我们不知道它是否会有潜在的害处，也不知道如果它流落到自然环境中，是否会对现有的生态造成冲击。虽然它们的体

积偏大，行动不便，生存不如野生鱼类那样有优势，但是它们经过改造的基因依然可能流传下去，甚至可能改变某一区域的生态平衡。

如果这种转基因肌肉鱼真的被批准上市的话，将会对水产养殖产业带来巨大的影响。我们可以使用更少的饲料来获得更多的鱼肉，其他类似的水产品也许也可以借鉴它的成功经验。甚至可能会推进新一波的动物转基因研究热潮，制造出我们在梦中都没有见过的神奇生物。我们对此甚至连一个看上去可信的揣测都无法作出，因为这种事前所未有。

按下打印键，造人

每台喷墨打印机都有一个喷头，喷头上密密麻麻满布着小孔，孔径小得几乎看不到。当你按下“打印”键时，喷头在纸张上移动，而且在合适的地方挤出一小滴墨水。这个过程循环往复，很快就可以看到打印机吐出一张印好的纸张。

这种技术已经出现许多年了，而这种原理也被用在了其他许多地方。比方说，2008年7月，英国巴斯大学的艾德里安·鲍耶和新西兰科学家维克·奥利弗就公布了一个可以自我繁殖的机器人“RepRap”，它生产“下一代”的方式和喷墨打印机的原理毫无二致，唯一有些区别的就是它的打印喷头能够在水平和垂直两个方向上移动，从而塑造出三维的形象。这个机器人，实际上就是一台预设程序的三维打印机。

从用三维打印机打印机器人的部件到打印人的“部件”，距离并不遥远。2009年3月，瑞士伯尔尼英塞尔医院的克里斯丁·温莱德（Christian Weinand）博士和他领导的一个研究小组，成功地让小鼠身上生长出了尺寸精确的人拇指骨，而使用的最主要的工具就是三维打印机。他们在打印机原料盒中装入的原料是三钙磷酸盐和一种聚乳酸，用这些人体基础元素就可以构架出表面有许多小孔的骨骼支架。然后他们从骨髓中提取出CD117细胞，并且将它们放进支架上的孔洞中，再加上足够的营养成分。CD117会发育成造骨细胞，最终降解掉原来的支架而形成新的骨骼。于是，我们就看到了一只后背上支棱着一节拇指骨的小老鼠活蹦乱跳，和十年前那只后背上长了个人耳朵的老鼠相映成趣。

“理论上，我们可以制造任何骨骼，”温莱德博士说，“不过我们需要获得精确的三维图像才行。”

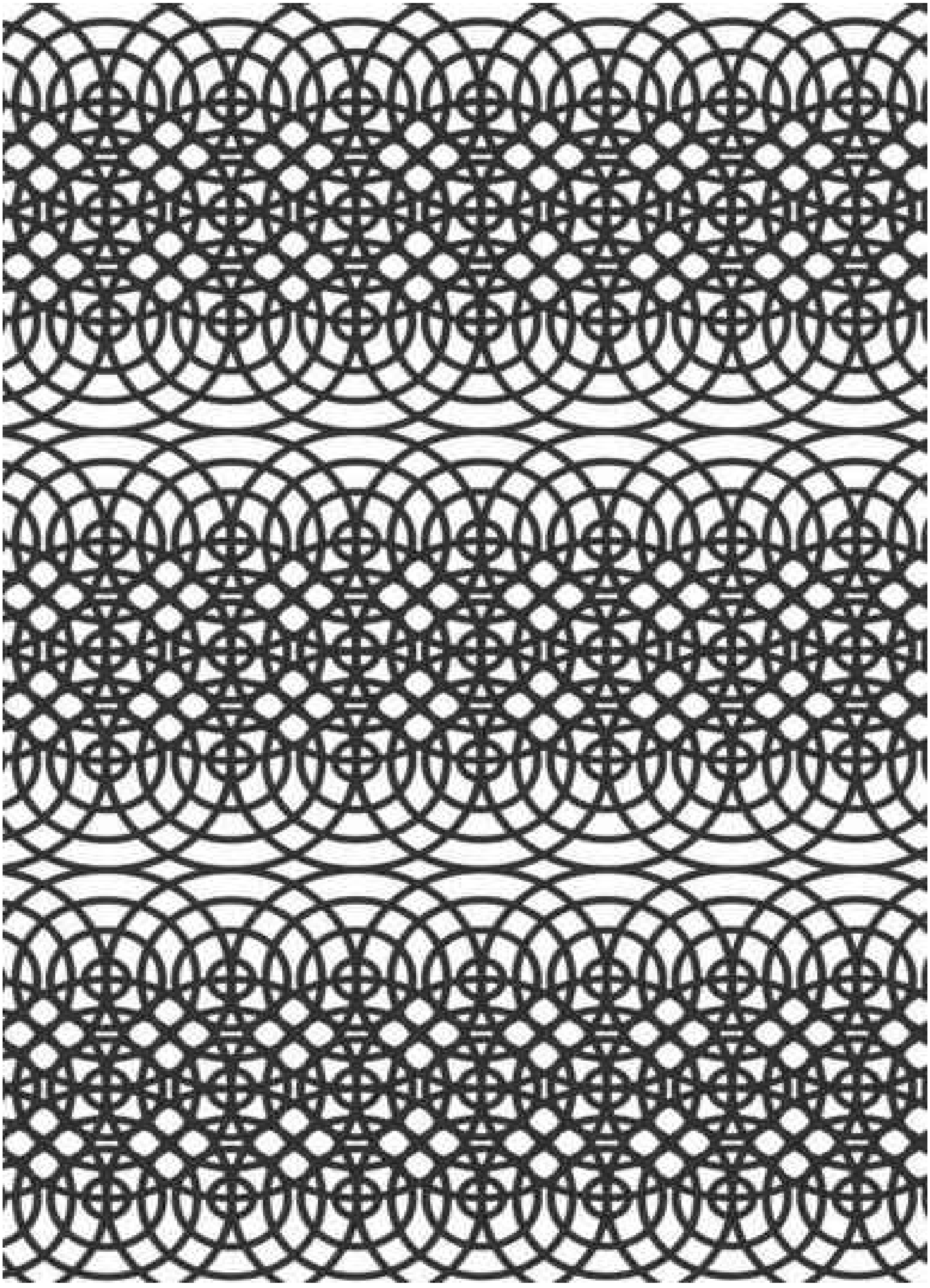
布莱恩·德贝（Brian Derby）教授也抱持着这一观点，而且还向前迈了一大步。德贝是英国曼彻斯特大学的研究人员，从几年前就开始尝试使用喷墨打印机来制造人体组织了。他已经用喷墨打印机打印出了人类皮肤，墨盒里装满的不是墨水，而是人体活细胞。他们以打印机的打印精度精确地堆叠这些细胞，最终变成了活的人体组织。经测试，这种从打印机喷嘴发射出来的细胞，成活率居然高达95%以上。这可真是美容行业的福音啊，想想那些需要植皮和想要看起来更年轻一些的人们吧。

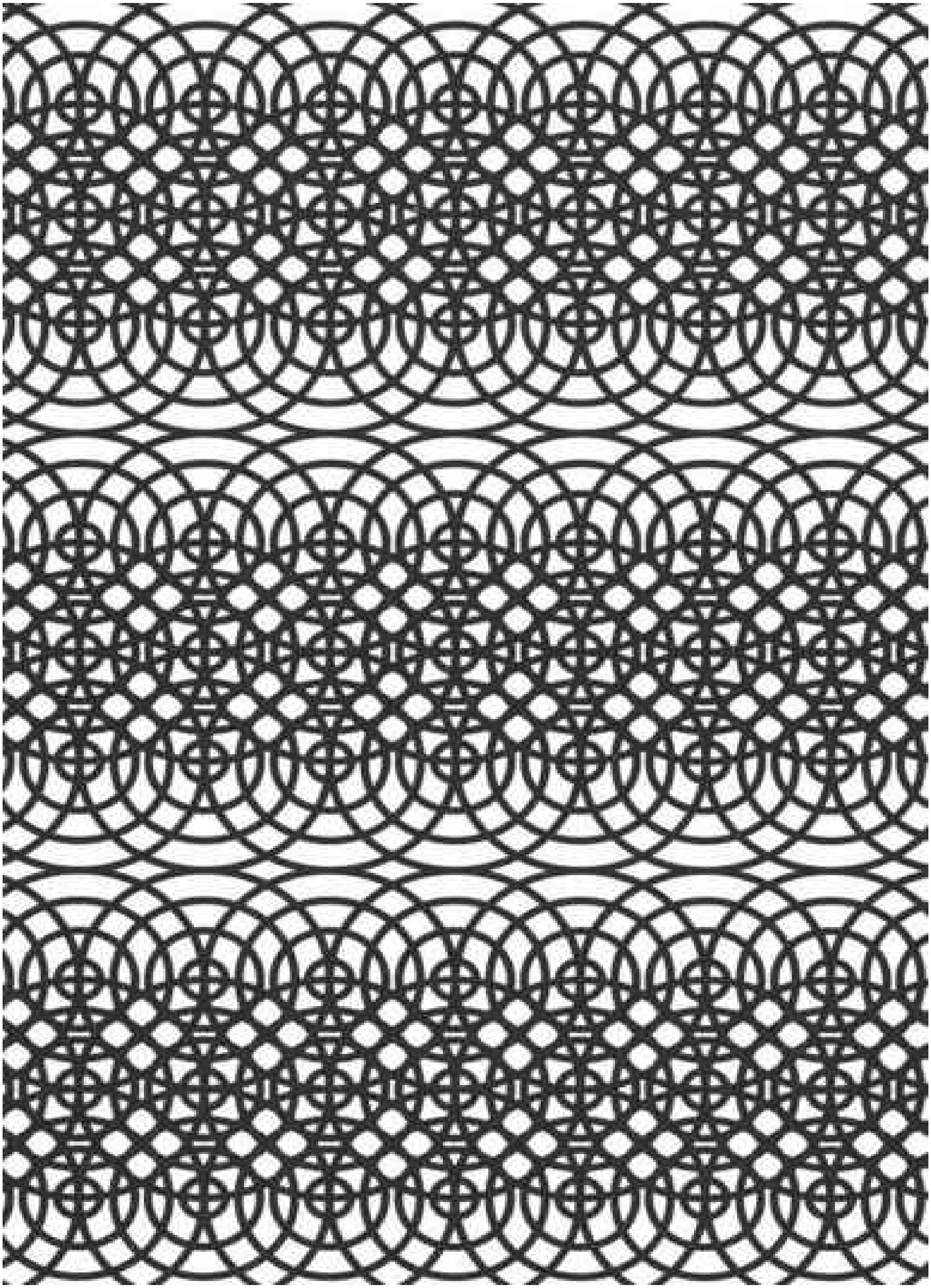
更重要的是，这种技术也同样可以应用在其他类型的细胞上，例如肌肉，甚至是器官。美国克莱姆森大学生物工程系的托马斯·波兰（Thomas Boland）教授在这方面做了领先性的工作，他的学生袁玉宇将这项技术带回了中国，在广州成立了一家医学科技公司，并且希望能够以此挖掘出一个崭新的金矿。现在他们已经送了一些样品给中国食品药品监督管理局指定的检测机构进行检测，如果顺利，可能在2010年进行临床试验。

现在在这一领域碰到的主要麻烦是，和软骨相比，血管、肌肉这样的组织更加复杂，不是一种细胞就可以胜任的。举例来说，血管壁分成截然不同的三层，将其精确排列、保证其成活，以及让软塌塌的细胞维持我们想让它们构成的形状，这些都是问题。日本国立富山大学理工学研究部教授中村真人（Makoto Nakamura）正在从事这方面的研究，现在他已经成功利用活细胞制成一条直径1毫米、含有两种不同细胞的双壁管道，这类似人体血管的3层结构。“这就像在微观层面建造摩天大楼。”中村真人说。他的理想是能够打印出心脏来，但是也对这一宏大构想抱持着谨慎的乐观态度——毕竟他们现在每分钟只能制造一厘米多的人工仿血管，而血管和心脏的复杂性比起来，不啻天渊之别。“（打印心脏）也许要花20年。”

无论如何，当打印的自体器官可以轻易获得时，必然会给医疗行业带来翻天覆地的变化。这种人造器官不需要涉及克隆人那样的伦理问题，自体移植也完全不用担心排异反应，人们甚至还可以在打印之前就对器官进行更好的设计以让其适应人体。虽然道路坎坷，但是这种技术的前途无比光明。人类将有史以来第一次可以轻松拥有自己身体任何部位的备份，在某种意义上，人类将成为和其他生物完全不同的另外一个物种——一个脱离了自然命运的物种。当这种打印人体组织的方式成为主流的时候，也许有人会带着自己打印出来的鼻梁骨去找整形医师，也许会有人在家打印出奇形怪状的宠物，斯芬克斯和鹰翼狮身蝎尾兽这种传说中的动物都可能重现人间。

也许下一个世代的创世神话是这样开始的：上帝对自己的设计很满意，然后，他按下了“打印”键……





致谢

即使是一出独角戏，也需要数十人在幕后支持；即使是一部只有两个演员的电影，演职员表上也会列出一百多个名字。很少有工作可以一个人单独完成，《未来在现实的第几层》也不例外。

这本书的面世要感谢许多人和许多团体，我只能按照自己不够牢靠的记忆——列出，聊以表达谢意。我想感谢果壳阅读的掌门小庄和科学松鼠会创始人兼执行长姬十三，他们给了我这本书最初的设想；还要感谢文治的编辑王喆、陈芷青，她们的耐心和认真促成了这本书的最终出现。谢谢广煜绘制的精美插图，谢谢木遥为每一章特别设计的彩蛋。

我还是列一个名单吧。谢谢这些朋友，没有你们，就没有这本书。冥灵，我的指路人；无厘头社区，最初的起点；科学松鼠会，温暖而包容的小团体。还有杨枫、高宇雷、邓晓进、董董、小蓟、赵箐，这些帮助过我的编辑们，这本书，也是你们的。

如果你觉得这本书中的文章有可取之处，荣耀全归上述列出名字的人们所有；如果觉得谬误连连，那么毫无疑问，都是我的错。

最后感谢你，正在阅读这本书的你。如果没有你，这一切都不会发生。

谢谢。

猛犸
2010年